Fourrages pour le Proche-Orient: les pâturages de luzerne annuelle

ÉTUDE FAO PRODUCTION VÉGÉTALE ET PROTECTION DES PLANTES

97/2





ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Fourrages pour le Proche-Orient: les pâturages de luzerne annuelle

par
Brian et Lynne Chatterton

ÉTUDE FAO
PRODUCTION
VÉGÉTALE
ET PROTECTION
DES PLANTES

97/2



ORGANISATION
DES
NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET
L'AGRICULTURE
Rome, 1990

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-11
ISBN 92-5-202760-2

AVANT-PROPOS

Le Proche-Orient comprend de vastes régions semi-arides, se prêtant parfaitement au pâturage extensif, où l'élevage a toujours constitué une activité prépondérante. La production fourragère des parcours arides et semi-arides est saisonnière et il est nécessaire de fournir d'autres aliments au bétail si l'on désire le nourrir convenablement durant toute l'année. Récemment, de nombreux pays ont vu leur dépendance à l'égard des céréales utilisées comme aliments d'appoint augmenter. Il existe pourtant dans ces régions des perspectives favorables à une production locale de fourrage, susceptible d'améliorer la production animale, et à une association plus étroite de la production végétale et de l'élevage, par suite de l'accroissement de la production fourragère sur les terres arables.

Pour obtenir des informations valables sur les cultures fourragères dans la région, il est souvent nécessaire de consulter un grand nombre de publications. C'est pourquoi le Groupe de la production herbagère et des pâturages de la Division de la production végétale et de la protection des plantes de la FAO, en collaboration avec le Bureau régional pour le Proche-Orient, prépare actuellement une série de manuels sur les FOURRAGES AU PROCHE-ORIENT, dans le but de fournir des informations sous une forme facilement accessible aux spécialistes de terrain, aux conseillers pour les questions agricoles et aux autres groupes intéressés.

La présente étude des PATURAGES DE LUZERNE ANNUELLE constitue le deuxième volume de la série. Les espèces annuelles sauvages du genre **Medicago** ont toujours joué un rôle important pendant la phase de jachère du système blé/jachère traditionnel, adopté dans les régions du Proche-Orient jouissant d'un climat méditerranéen, d'un hiver doux et de sols neutres à alcalins: elles constituent en outre un élément prépondérant des pâturages naturels les mieux arrosés de cette zone. Les luzernes ont été introduites en Australie il y a de nombreuses années et ont joué un rôle considérable dans les systèmes d'exploitation de ce pays où le climat et la nature des sols favorisent leur croissance. On a ainsi pu assister au développement de systèmes d'exploitation et de techniques culturales fondés sur des rotations céréale/luzerne associées à l'élevage des moutons. Les luzernes, qui fixent des quantités considérables d'azote atmosphérique, non seulement sont des fourrages de bonne qualité, mais encore contribuent à préserver les terres arables, en augmentant la fertilité des sols à long terme et en réduisant la dépendance à l'égard des engrais chimiques. La présente étude s'inspire fortement de l'expérience australienne en matière de développement de systèmes d'exploitation fondés sur la culture des luzernes et montre comment ces plantes, moyennant quelques modifications des techniques d'exploitation et de préparation des sols, peuvent contribuer à améliorer la production fourragère, céréalière et herbagère de leurs régions d'origine.

La présente étude a été réalisée par Brian et Lynne Chatterton, qui ont une connaissance approfondie du système d'exploitation fondé sur l'implantation des luzernes en Australie et ont longuement sillonné les régions du Proche-Orient où ces végétaux poussent à l'état naturel. Il s'agit là d'une première édition, et nous souhaitons qu'en raison des échanges constants d'informations et de connaissances pratiques entre les travailleurs engagés dans ce domaine, d'autres suivent.

M.S. Jum'a
Sous-Directeur général
Représentant régional pour le Proche-Orient

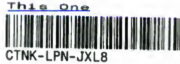
REMERCIEMENTS

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Programme d'aménagement des parcours dans la région du Proche-Orient de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. De nombreuses personnes ont participé activement à une ou plusieurs phases de sa préparation. Outre ceux dont les travaux sont cités dans la bibliographie, les auteurs tiennent à remercier MM. Glyn Webber, David Ragless, Lyndon Richter, Max Jongebloed, Peter Allen, Mike Ewing et Lloyd Blesing, qui les ont aidés à rédiger la première ébauche.

La FAO souhaite remercier particulièrement M. Mohammed Ismaili, de la Faculté des sciences de Meknès, au Maroc, et M. Mohammed Ben Ali, agronome tunisien spécialiste des pâturages, pour leurs judicieux commentaires sur la première ébauche. A la FAO même, ce sont M. M.N. Bakhtri, du Centre d'investissement, et le Groupe de la production herbagère et des pâturages qui se sont chargés de la revoir.

Il convient enfin de remercier M. John Skull, du Adelaide College of Tafe, qui a fait la critique de l'ébauche finale, et Mme Joan Stonebanks, qui en a assuré la dactylographie.

TABLE DES MATIERES



Page

Page

FIGURES

REMARQUE

Les figures et descriptions de pièces d'équipement ont été incluses dans la présente publication à titre d'exemples illustrant certaines pratiques culturales ou d'exploitation, sans intention aucune de promouvoir une marque particulière.

1. Introduction

Les pâturages de luzerne, en eux-mêmes ou en rotation avec des céréales, présentent de nombreux avantages. Leur introduction dans des régions de cultures céréalières traditionnelles donne des résultats particulièrement probants. Outre qu'elles procurent des revenus globaux supérieurs sans frais supplémentaires lorsqu'on les utilise en rotation avec des céréales, les luzernes ont beaucoup d'autres vertus. Elles augmentent la fertilité des sols, améliorent leur structure, réduisent l'érosion et se régénèrent spontanément. Elles permettent aussi aux cultivateurs d'augmenter l'effectif de leurs troupeaux en utilisant la majeure partie de l'herbage de bonne qualité produit grâce au système luzerne/céréale. Il est possible de bénéficier de tous ces avantages et même plus en ayant recours à des outils technologiques et des pratiques de gestion tout à fait à portée des moyens dont dispose l'agriculteur moyen au Proche-Orient.

La présente étude constitue une introduction logiquement ordonnée à l'assolement biennal luzerne/céréale. Elle décrit en détail le déroulement des deux cycles de ce système, avec plus d'informations que nécessaire sur les questions pratiques soulevées. Elle est rédigée en termes faciles à comprendre, et chaque phase est illustrée par des exemples d'application pratique du système au Proche-Orient. Elle contient enfin tous les renseignements nécessaires à une mise en oeuvre réussie sur le terrain ainsi que les résultats de la recherche appliquée dans ce domaine, qui constituent une documentation de base importante pour les spécialistes de terrain et les conseillers pour les questions agricoles. Une section particulièrement utile compare le système luzerne/céréale aux systèmes existants et fournit de puissants arguments en faveur d'une large adoption de cette technique éprouvée.

1.1 La luzerne

La luzerne annuelle est une sorte de plante fourragère qui appartient au genre **Medicago.** En l'absence d'irrigation, elle sert à implanter des pâturages à régénération spontanée, soit en rotation avec des céréales, soit de manière permanente sur les parcours arides et dans la zone des steppes. Il ne faut pas la confondre avec les luzernes vivaces, connues en anglais sous le nom de "lucerne" ou "alfalfa". Quoique les espèces annuelles et vivaces soient toutes des luzernes appartenant au genre **Medicago**, leurs caractéristiques sont différentes. Le terme "luzerne" employé dans ce texte désigne uniquement la luzerne annuelle.

Les luzernes poussent dans les régions à pluviosité hivernale d'Afrique du Nord, du Proche-Orient, d'Europe du Sud et d'Australie, et plus particulièrement dans les régions les plus sèches, où la précipitation annuelle varie de 550 mm à 200 mm et moins. En général, elles s'accommodent bien des sols neutres et alcalins. Quoiqu'indigènes des pays du bassin méditerranéen, elles ont presque entièrement disparu des terres agricoles et des parcours pâturés par suite du surpâturage et de l'introduction de façons culturales inadéquates, telles que le labour profond.

Une des caractéristiques les plus enviables des pâturages de luzerne consiste dans leur capacité de produire un abondant fourrage vert riche en protéines durant l'hiver et le printemps. La durée de la période de végétation, entre la germination en automne et la mise en terre des semences au printemps, varie selon les espèces et les cultivars d'une même espèce. Il

est possible d'optimiser la production herbagère en sélectionnant des cultivars dont la période de végétation soit adaptée aux régions considérées, de sorte que l'ensemencement ait lieu avant l'épuisement des réserves d'humidité du sol. Quant à l'herbage sec qui persiste durant les mois d'été, il constitue un excellent aliment du bétail et protège en outre le sol superficiel de l'érosion, dans la mesure où le pacage est contrôlé. Enfin, cette phase pastorale correspond à une interruption du cycle évolutif de nombre d'importantes maladies des céréales.

Les graines produites par les luzernes contiennent une forte proportion de graines dormantes, aussi appelées graines "dures", qui germent plusieurs années après. C'est pour cette raison qu'il n'est pas nécessaire de réensemencer les pâturages de luzerne une fois implantés. Les graines dormantes assurent la régénération du pâturage pendant de nombreuses années, en dépit des fluctuations de la précipitation saisonnière. Ainsi, une année de sécheresse ou la culture de céréales à la suite de la luzerne ne compromet guère la régénération des pâturages implantés l'année suivante.

Le fait que les luzernes soient des légumineuses constitue peut-être leur caractéristique la plus remarquable en ce qui concerne le Proche-Orient. Ces végétaux ont en effet la faculté de former, en association avec des bactéries particulières du genre Rhizobium, des nodosités racinaires et d'extraire directement l'azote de l'air. En conséquence, les pâturages de luzerne n'ont pas besoin d'apports d'engrais azotés et la céréale cultivée ultérieurement peut bénéficier de l'azote ainsi fixé, tout comme elle tire profit de l'augmentation de la proportion de matières organiques dans le sol et de l'amélioration résultante de la structure de ce dernier.

Ce sont les agriculteurs établis en Australie méridionale qui, les premiers, reconnurent dans les années trente la valeur des pâturages de luzerne. L'adoption de la rotation luzerne/céréale constitua une réponse à la baisse des rendements céréaliers, à l'érosion des sols et au besoin de diversifier la production en développant l'élevage. A l'origine, on utilisa une luzerne introduite accidentellement qui, en tant que plante fourragère spontanée, s'acclimata particulièrement bien aux terres incultes de la région. Au cours des années qui suivirent, on sélectionna des cultivars adaptés aux divers milieux. La rotation luzerne/céréale est maintenant devenue un système d'exploitation éprouvé et largement pratiqué en Australie méridionale.

1.2 La rotation luzerne/céréale

La rotation luzerne/céréale dont nous traitons ici comporte deux phases. Au terme de la deuxième année, la luzerne se régénère à partir des graines dormantes et le cycle peut se répéter.

Première année:

Automne:	Ensemencement des pâturages de luzerne.
Hiver et printemps:	Pâturage des prairies de luzerne.
Printemps:	Production des graines.
Eté:	Pacage du bétail sur les graines et les résidus secs de luzerne.

Deuxième année:

Automne: Semis des céréales. Certaines graines de luzerne germent et sont détruites par culture et action des herbicides destinés à lutter contre l'envahissement des céréales par les adventices.

Hiver et printemps: Croissance des céréales. La luzerne de l'année précédente satisfait la plus grande partie des besoins d'azote.

Eté: Moisson des céréales. Le chaume sert de pâture.

Troisième année:

Automne: Germination des pâturages de luzerne à partir des graines dormantes produites pendant la première année et maintenant rendues viables par suite de l'alternance des températures diurnes et nocturnes durant deux étés.

Hiver et printemps: Pacage du bétail.

Printemps: Production de nouvelles graines. Le cycle se répète au cours des années suivantes.

La rotation luzerne/céréale décrite ci-dessus réalise l'intégration de la production céréalière et de l'élevage. Il s'agit d'un système simple, tout à fait à la portée des capacités des agriculteurs du Proche-Orient. Comme la rotation nécessite, pour une année donnée, qu'une partie des terres soit en luzerne et l'autre en céréale, il est facile aux exploitants de diviser leurs terres et de consacrer chaque année la même superficie au pâturage et à l'emblavage. Cette pratique facilite d'ailleurs le pacage du bétail. Dans certains pays de la région, le passage de la fonction céréalière à la fonction fourragère peut provoquer l'empiètement du bétail nomade.

2. Implantation des pâturages de luzerne

2.1 Choix des mélanges de semences

La composition botanique des pâturages de luzerne change considérablement au fil des régénérations saisonnières. Une gestion différente et la constitution de niveaux azotés et phosphatés dans le sol modifient l'équilibre entre les luzernes et les autres plantes de prairies, telles que les graminées. A l'intérieur même du groupe des luzernes, à mesure que les cultivars les mieux adaptés à l'environnement deviennent dominants, la proportion de chacun d'eux change. Il arrive que des écotypes locaux se révèlent supérieurs aux cultivars semés. Cette modification de l'équilibre des espèces et des cultivars diffère de celle qui se produit dans un pâturage de plantes vivaces, telles que la luzerne commune (M. sativa) ou les graminées vivaces.

En choisissant un mélange, il convient de sélectionner un certain nombre de cultivars, en sachant qu'une sélection naturelle s'opèrera entre eux et les écotypes locaux et que le pâturage résultant sera peut-être entièrement différent du pâturage originellement semé. Un bon exemple d'une telle

modification botanique est fourni par les pâturages d'une exploitation agricole algérienne proche de El Khemis. En 1975-1976, ces pâturages firent l'objet d'un ensemencement initial de Jemalong (aisément reconnaissable à la marque des feuilles). Dès 1979, les écotypes locaux, sans marques foliaires, constituaient plus de 20 pour cent de l'ensemble des luzernes, et en 1982, le cultivar Jemalong original ne représentait plus que moins de 5 pour cent des plantes fourragères (Chatterton, 1983).

Pour sélectionner les cultivars de luzerne destinés à composer le mélange de semences, il convient d'utiliser les critères suivants:

* Prix et disponibilité
* pH du sol
* Précipitations
* Nature du sol
* Drainage
* Froid hivernal
* Grosseur des graines
* Résistance aux ravageurs
* Graines dormantes

2.1.1 Prix et disponibilité

Le prix et la disponibilité jouent un rôle essentiel dans la détermination de la proportion de chacun des cultivars dans le mélange de semences. Il est naturellement souhaitable d'y inclure une importante proportion des cultivars les plus appropriés; toutefois, s'ils ne sont pas disponibles en quantités suffisantes ou qu'ils soient trop chers, il est possible de n'en semer initialement qu'une petite quantité, associée à des cultivars plus communs. En effet, en l'espace de quelques cycles de régénération, les cultivars les mieux adaptés deviennent dominants, même s'ils ne constituaient qu'une petite partie du mélange de semences original.

2.1.2 pH du sol

Le pH du sol joue un rôle important lors de la sélection des espèces. On remarquera que le trèfle souterrain a été inclus dans le tableau 1, pour la simple raison qu'il tolère l'acidité du sol et peut croître là où un faible pH empêche l'implantation de luzernes.

Tableau 1.

Choix de trèfles souterrains et de luzernes adaptés à des sols de différents pH (Ewing, Thorn et Revell, 1985)

pH du sol	Trèfles souterrains	**M. polymorpha**	Autres luzernes
5,0 à 6,5	++		
6,0 à 7,0	+/	+/	
6,5 à 7,0			++
7,0 à 8,0		++	++

++ = Espèces de pâturage aisément disponibles
+/ = Espèces appropriées à certains sols

On peut voir que les luzernes, pour la plupart, poussent sur sols neutres à alcalins. La luzerne hérissée (M. polymorpha) peut également pousser sur certains sols modérément acides. Dans la région, la grande majorité des sols de la zone des céréales et de la zone des steppes sont neutres à alcalins et conviennent donc parfaitement à toutes les espèces de luzerne.

2.1.3 Précipitations

Le nombre de jours séparant la germination de la floraison constitue un indice utile lors du choix de cultivars de luzerne destinés à des zones de pluviosités particulières. Dans les régions les plus arides, la période de végétation est courte et il convient de sélectionner des cultivars qui fleurissent et produisent des graines rapidement.

Tableau 2.

Laps de temps entre le semis et la floraison pour divers cultivars homologués de luzerne

Espèce	Cultivar	Nombre de jours jusqu'à floraison
Luzerne "barrel" (baril)		
Groupe Jemalong:		
	Hannaford	99
(M. truncatula)	Jemalong	105
	Paraggio	100
	Borung	95
	Cyfield	96
	Ascot	103
	Akbar	91
Groupe Cyprus:		
	Cyprus	78
	Ghor	78
Luzerne "strand" (toron)		
(M. littoralis)	Harbinger	89
Luzerne "gama"		
(M. rugosa)	Paragosa	110
	Paraponto	96
	Sapo	106
Luzerne "disc" (disque)		
(M. tornata)	Tornafield	95
	Murrayland	96
	Swani	77
Luzerne hérissée ("burr")		
(M. polymorpha)	Circle Valley	96
	Serena	62
Luzerne "snail" (escargot)		
(M. scutellata)	Robinson	110
	Sair	91
	Sava	106

Ces laps de temps jusqu'à floraison servent uniquement à guider le choix en fonction des zones de précipitations considérées. Le critère important consiste dans la durée de la période de végétation, à son tour influencée par la distribution de la précipitation annuelle. Dans l'ensemble des pays de la région, la précipitation annuelle se concentre en automne, en hiver et au printemps, mais avec des variations marquées du degré de concentration. Si les précipitations sont assez régulièrement réparties, ce qui tombe en été est d'ordinaire perdu et doit être retranché des chiffres indiqués ci-dessous.

Les régions à hiver froid ont des périodes de végétation plus longues et seront étudiées plus loin.

Tableau 3.

Précipitation annuelle moyenne pour diverses zones

Zone de fortes précipitations	Plus de 500 mm
Zone des céréales	Forte au-dessus de 400 mm Moyenne de 300 à 400 mm Faible de 200 à 300 mm
Zone des steppes	Moins de 200 mm

Ces valeurs de la précipitation annuelle ne sont fournies qu'à titre indicatif, car d'autres facteurs d'environnement, tels que la température et la présence de vents chauds au printemps, peuvent influer sur la durée de la période de végétation. Lors du choix des cultivars, il est possible de sélectionner des luzernes à période courte pour des zones de fortes précipitations, en sachant toutefois qu'elles n'utiliseront pas toute l'humidité disponible aussi efficacement que des cultivars adaptés à ces zones. En ce cas, un cultivar à période courte parvient à maturité avant la fin de la période de végétation et n'utilise pas entièrement l'humidité disponible pour la production herbagère.

Tableau 4.

Distribution des cultivars de luzerne dans les diverses zones de précipitation

1. Zone de fortes précipitations et zone des céréales à fortes précipitations

Luzerne "barrel" (baril)	* Groupe Jemalong:
	- Jemalong
	- Hannaford
	- Paraggio
	- Akbar
	- Ascot
	* Borung
Luzerne "gama"	
Trèfle souterrain	- cultivar Clare

2. Zone des céréales à précipitations moyennes

Luzerne "barrel"	Groupe Jemalong
Luzerne hérissée	Circle Valley
Luzerne "snail" (escargot)	
Luzerne "disc" (disque)	Tornafield
Luzerne "gama"	

3. Zone des céréales à faibles précipitations et zone des steppes

Luzerne "barrel"	Groupe Cyprus
	Cyprus
	Ghor
Luzerne "strand"	Harbinger
Luzerne "disc"	Swani
Luzerne hérissée	Serena

4. Zone d'aridité extrême

Luzerne "disc"	Swani
Luzerne hérissée	Serena
Luzerne "cutleaf"	(pas de cultivars commercialisés)
Luzerne naine ("goldfields")	(pas de cultivars commercialisés)

2.1.4 Nature du sol

Les diverses espèces de luzerne s'accommodent de sols différents, comme l'indique le tableau ci-dessous:

Tableau 5.

Choix des cultivars de luzerne selon la nature du sol

Argile, glaise et limon	Luzerne "barrel" Trèfle souterrain Clare Luzerne hérissée
Limon et limon sableux	Luzerne "snail" Luzerne hérissée
Limon sableux et sable	Luzerne "strand" Luzerne "disc"
Cas particuliers:	
Sol argileux alcalin, gris et fissuré, avec précipitations supérieures à 350 mm:	Luzerne "barrel" cv. Borung
Sol argileux lourd, gris et brun, avec précipitations supérieures à 350 mm:	Luzerne "gama"

2.1.5 Drainage

Les luzernes préfèrent les sols bien drainés et tolèrent assez mal la saturation du sol en eau. Parmi les espèces de luzerne couramment utilisées, certains cultivars de luzerne présentent un certain degré de tolérance (Francis et Poole, 1973).

Au Proche-Orient, la zone des céréales et la zone des steppes bénéficient d'ordinaire d'un bon drainage. Il faut cependant veiller à bien identifier les régions où la saturation du sol peut constituer un problème. Selon des observations effectuées dans l'est de l'Algérie (à El Kroub), certains écotypes locaux résistent à la saturation du sol et pourraient donc convenir dans les régions mal drainées.

2.1.6 Froid hivernal

Dans les régions à hiver froid, il convient de modifier la sélection des cultivars de luzerne selon la zone de précipitation. L'hiver est une période de faible évaporation, ce qui prolonge la période de végétation. Les cultivars à courte période commencent à croître et à fleurir au printemps, avant que les températures aient atteint un niveau optimal pour la croissance. En conséquence, leur production grainière et herbagère est faible en comparaison de celle des cultivars à période de végétation moyenne et longue. Par exemple, à J'Ravi, dans le nord de l'Iraq, où la précipitation est de 200 mm, les cultivars Circle Valley et Borung donnent de meilleurs résultats que le cultivar Serena (DDAJA, 1985), alors que, dans des régions à hiver plus doux, ces cultivars seraient bien en dehors de leurs zones de précipitation.

Lorsqu'on sème des cultivars du commerce, il est parfois nécessaire d'inoculer des bactéries du genre Rhizobium dans les semences. A cette fin, la souche locale irakienne V.S.M. 244 s'est révélée la plus efficace, compte tenu des conditions propres à ce pays (voir section 2.6 Inoculation).

Le gel a constitué un grave problème dans certaines régions et durant certaines années. Les cultivars importés supportent mal le gel et il est nécessaire de leur adjoindre des cultivars locaux plus résistants. Actuellement, la production de semences locales est limitée et le mélange de semences ne peut être constitué que de cultivars du commerce.

Tableau 6.

Nombre de plants de sept génotypes de luzerne ayant germé et taux de survie de ces plants après un gel intense dans le nord de la Syrie (Cocks, 1985a)

Espèce et génotype	Nombre de jeunes pousses (par m^2)	Taux de survie (%)
M. scutellata cv. Robinson	232	5
M. truncatula cv. Cyprus	536	7
M. truncatula cv. Jemalong	432	14
M. polymorpha cv. Circle Valley	856	21
M. rotata sél. 2123	1144	90
M. rigidula sél. 716	816	95
M. rigidula sél. 1919	864	98

On constate que M. rotata et M. rigidula ont d'excellents taux de survie après des gels intenses, mais aussi que le cultivar Circle Valley, avec sa bonne germination et son taux de survie de 21 pour cent, permet de préserver le nombre acceptable de 179 jeunes pousses par m^2.

La multiplication des deux sélections de M. rigidula a commencé en 1986. Actuellement, on utilise AAC 811, une sélection à croissance tardive, et AAC 2077, une sélection à croissance précoce.

On a réalisé à Saïda, sur le plateau occidental algérien, une sélection d'écotypes locaux destinés aux régions à hivers froids. Ces sélections se sont avérées beaucoup plus productives que les cultivars du commerce. Les luzernes hérissées et l'inoculation de souches locales de rhizobium constituent deux variations exclues des comparaisons. Il n'existe pas de semences de ces écotypes locaux dans le commerce.

2.1.7 Grosseur des graines

La grosseur des graines constitue un facteur important pendant les premières phases d'un programme d'implantation de luzernes. Les grosses graines engendrent des pousses plus vigoureuses et mieux à même de percer la croûte dure des sols médiocrement structurés, qui sont la conséquence d'années de mise en culture ou en jachère continue. Si les agriculteurs n'ont pas

l'habitude de semer des petites graines à faible profondeur, il vaut mieux inclure quelques cultivars de luzerne à grosses graines dans le mélange, afin de compenser les effets préjudiciables d'un ensemencement trop profond. Cela dit, les cultivars à grosses graines eux-mêmes ne tolèrent guère d'être semés à plus de 3 cm de profondeur.

Tableau 7.

Poids des graines de diverses variétés de luzerne

Luzerne "snail":	15,0 mg
Luzerne "gama":	6,3 mg
Luzerne "barrel" (selon le cultivar):	2,9-8,9 mg
Luzerne "disc":	4,2 mg
Luzerne hérissée:	2,7 mg
Luzerne "strand":	2,4 mg

2.1.8 Résistance aux ravageurs

Si l'on a introduit ces dernières années tant de nouveaux cultivars en Australie méridionale, c'est dans le but de renforcer la résistance des luzernes au puceron de la luzerne tachetée, au puceron bleu vert, au puceron du pois et au sitone du pois. Ces ravageurs ont tous été introduits accidentellement en Australie au cours des années 70. N'ayant pas d'ennemis naturels, ils ont causé de graves dommages aux pâturages de luzerne. Un programme de lutte contre les ravageurs, fondé sur l'introduction de parasites et de prédateurs, a été mis sur pied. Quant aux programmes de sélection, ils ont permis de produire de nouveaux cultivars résistant aux ravageurs.

Au Proche-Orient, où ces ravageurs sont naturellement présents, les parasites et les prédateurs jouent plus efficacement leur rôle. Si l'on a rarement rapporté de dommages causés aux pâturages de luzerne, on signale cependant quelques dommages causés aux pâturages de luzerne commune (M. sativa). On peut peut donc s'attendre à quelques problèmes dans les pâturages de luzerne lorsqu'ils auront pris de l'importance. Il semble par conséquent judicieux d'inclure dans le mélange de semences quelques cultivars résistant à ces ravageurs.

Tableau 8.

Résistance aux pucerons des principaux cultivars de luzerne
(Walters et Latta, non daté)

Espèce/cultivar	Puc. bleu vert	Puc. de la luzerne	Puc. du pois
Luzerne "barrel"			
Paraggio	RM	FR	S
Jemalong	S - TS	FR	
Ascot	S	S	S
Cyprus	S	RM	S
Luzerne "strand"			
Harbinger	S	S	RM
Luzerne "snail"			
Sava	R	R	FR
Sair	R	R	FR
Luzerne "gama"			
Paragosa	R	R	FR
Paraponto	R	R	FR
Sapo	R	R	FR

R = résistant
RM = résistance modérée
FR = faible résistance
S = sensible
TS = très sensible

2.1.9 Graines dormantes

Les luzernes disposent d'un certain nombre de mécanismes favorisant la dormance des graines, dont le plus important est le durcissement. Ce processus se déroule au printemps et au début de l'été, alors que les graines de luzerne mûrissent et sèchent. Le tégument devient imperméable à l'eau, quoiqu'à des degrés divers. D'ordinaire, plus de 90 pour cent de la graine durcit, sans germination possible même si les conditions sont par ailleurs favorables. Pendant l'été, les graines perdent progressivement de leur dureté par suite de l'exposition alternée à la chaleur et au froid. Leur humidification à l'occasion des pluies estivales ou automnales accélère le processus de ramolissement. A l'automne, 20 à 40 pour cent des graines dormantes ont ramolli et sont en mesure de germer. Le reste des graines dormantes ne germera pas, même si les conditions s'y prêtent. Durant l'été suivant, les graines sont de nouveau soumises à une alternance de chaleur et de froid et la plupart d'entre elles ramolissent, puis germent pendant le deuxième automne lorsque les conditions sont propices. Certaines, enfin, sont particulièrement dures et restent dormantes pendant une année encore avant de ramollir au cours du troisième été.

Outre le durcissement du tégument des graines, les luzernes disposent de la dormance embryonnaire. Les graines doivent alors être soumises à des basses températures avant de pouvoir germer. Normalement, la dormance embryonnaire disparaît avant l'automne et joue par conséquent un rôle secondaire dans la régénération des pâturages de luzerne.

La régénération des pâturages propres à la rotation luzerne/céréale nécessite impérativement un apport de graines à tégument suffisamment dur pour mettre deux étés à se ramollir. Ce sont ces graines qui permettront la régénération du pâturage après la phase de culture céréalière. Dans la zone des steppes, les graines dormantes constituent en outre une réserve en cas de sécheresse (Andrew, 1958).

Tous les cultivars mentionnés ci-dessus produisent des graines dormantes en proportion suffisante pour assurer la régénération des pâturages après la culture de céréales. Lorsque le tégument des graines est insuffisamment dur, la régénération des pâturages après la phase céréalière est médiocre; lorsque le tégument est trop dur, la régénération se produit essentiellement trois ans après la formation des graines, et non deux. Certains cultivars qui présentent cette caractéristique en Australie ont donné de meilleurs résultats au Proche-Orient, où les étés généralement plus chauds accélèrent la rupture des graines à tégument dur.

Ce sont les luzernes "snail" qui produisent la plus forte proportion de graines dormantes. Les luzernes "barrel", "strand" et "disc" en produisent une proportion modérée et le trèfle souterrain Clare, une faible proportion.

Remarque: La dormance des graines influe uniquement sur la régénération naturelle des pâturages de luzerne en plein champ. Lorsque la luzerne est récoltée et que les gousses sont détachées par battage, l'endommagement mécanique des graines est suffisant pour que le tégument durci soit rompu. Les graines semées dans ces conditions ont alors un taux de germination supérieur à 75 pour cent, toutes variétés confondues. Lorsqu'un pâturage de luzerne implanté dépérit par suite de la sécheresse, du surpâturage ou pour toute autre raison, il finit d'ordinaire par se régénérer à partir des réserves de graines dormantes. Cette régénération n'aura toutefois pas lieu dans le cas d'un nouveau pâturage, les graines semées ne comprenant pour ainsi dire pas de graines dormantes.

2.2 Exemples de mélanges de semences utilisés au Proche-Orient

Voici quelques exemples de diverses plantes de pâturage choisies en fonction des caractéristiques du milieu dans la zone des céréales et dans la zone des steppes.

2.2.1 Zone des céréales

Djébel Al Akhdar. Libye orientale. La mise en valeur de cette région a commencé près des villes de El Marj et de Farzoogha. Les sols sont des argiles rouges et la précipitation annuelle varie de 350 à 400 mm. Les principaux cultivars utilisés sont la luzerne "barrel" cv. Jemalong et la luzerne "snail" cv. Robinson; les mélanges de semences comportent également de la luzerne "barrel" cv. Borung et du trèfle souterrain Clare. La sécheresse augmentant rapidement à mesure que l'on s'éloigne de la région de El Marj, les mélanges

ont été modifiés en conséquence par adjonction de luzerne "barrel" Cyprus, diminution de la proportion de luzerne "barrel" Jemalong et suppression du trèfle souterrain Clare et de la luzerne "barrel" Borung.

Plaine de la Djeffara. Libye occidentale. La rotation luzerne/céréale est pratiquée en un certain nombre d'endroits dispersés, dans le cadre du projet de la plaine de Djeffara. La précipitation ne dépasse pas 200 mm et les sols sont des limons sableux ou des sables. Quoique la luzerne "strand" Harbinger soit le principal cultivar utilisé pour l'ensemencement initial, la luzerne "disc" Swani, récoltée dans cette partie de la Libye, donne d'excellents résultats.

Le Kef. Tunisie occidentale. Cette partie tunisienne de la zone des céréales reçoit environ 350 mm d'eau. Les sols sont des argiles rouges ou brunes. Le Kef est établie sur les hauteurs et les hivers y sont parfois rigoureux. La luzerne "barrel" Jemalong, utilisée à l'origine, a été remplacée par le cultivar Paraggio.

Erbil. Iraq du Nord. Précipitation moyenne de 416 mm. En janvier et en février, le sol est gelé parfois pendant 12 heures par jour et la croissance des pâturages est très lente. Les sols sont des argiles grises. On y a semé une grande variété de cultivars. Les essais ont montré que la luzerne hérissée Circle Valley constituait le meilleur cultivar, suivie de près par la luzerne "barrel" Borung. Le rendement de la luzerne "barrel" Jemalong, initialement médiocre, a été amélioré grâce à une inoculation convenable. Les écotypes locaux de luzerne hérissée ont donné de meilleurs résultats que les cultivars du commerce.

Talafa. Iraq septentrional. La précipitation moyenne est d'environ 250 mm. Les sols sont des argiles grises médiocrement structurées. On y a semé une grande variété de cultivars, parmi lesquels Borung, Circle Valley, Robinson et, à un degré moindre, Serena ont donné de bons résultats. Les hivers ne sont pas aussi rudes qu'à Erbil, mais il y neige parfois.

Jordanie. Des pâturages de luzerne ont été implantés à proximité de Irbid, de Madaba et de Karak, sur des sols d'argile rouge/brune recevant 250 à 350 mm d'eau par an. C'est la luzerne "snail" Robinson qui a donné les meilleurs résultats, en raison notamment de la grosseur de ses graines et de la vigueur de ses pousses, qui peuvent briser la croûte du sol.

Syrie. Sur une petit périmètre près de Tah, dans le nord de la Syrie, l'épandage de superphosphates sur un pâturage spontané d'écotypes locaux (principalement M. polymorpha) a considérablement stimulé la croissance des plantes.

2.2.2 Zone des steppes (pâturages de luzerne permanents)

Plaine de Benghazi. Libye orientale. La région reçoit environ 200 mm d'eau et les sols sont des limons légers. Au début des années 70, environ 20 000 hectares ont été ensemencés en luzerne "strand" Harbinger et en luzerne "disc" Tornafield.

Oueds Karouba et El Bab. Libye orientale. La très faible précipitation ne constitue pas un facteur limitant, dans la mesure où ces régions sont inondées deux ou trois fois chaque hiver. Les plaines d'inondation de ces oueds ont été ensemencées avec un mélange semblable au mélange utilisé dans la plaine de Benghazi, à ceci près qu'on y a ajouté de la luzerne "barrel" Jemalong.



"Luzerne et orge dans la plaine de l'oued Karouba, Libye"

Adjulat. Libye occidentale. La précipitation est ici d'environ 130 mm et les sols sont légers et sableux. Alors qu'à l'origine on utlisait exclusivement la luzerne "strand" Harbinger, la luzerne "disc" Swani a donné récemment de bons résultats.

J'Ravi. Iraq occidental. Les sols sont des limons gris et la région reçoit environ 200 mm d'eau. Les hivers sont froids. Les cultivars Borung, Circle Valley et Robinson ont donné de bons résultats.

2.3 Densités de semis

D'un point de vue théorique, plus la densité de semis est forte, plus la production fourragère est importante. De fortes doses de semis engendrent un pâturage plus dense, qui procure plus d'herbage, lutte plus efficacement contre l'envahissement des mauvaises herbes et produit plus de graines au printemps. Toutefois, l'expérience prouve qu'au-delà de 40 à 50 kg/ha, la production totale d'herbage et de graines pour l'année entière augmente peu, quoique la production fourragère en début d'hiver soit plus importante. Des densités de semis aussi fortes sont peu rentables, et les meilleurs résultats sont obtenus avec des zones de 10 à 20 kg/ha. De manière générale, l'implantation de pâturages de luzerne dans une zone recevant de 200 à 400 mm d'eau requiert des densités de semis variant de 10 à 15 kg/ha.

Dans la zone plus sèche des steppes, où les rendements sont faibles et la concurrence des adventices est habituellement limitée, il est possible d'employer des doses variant de 6 à 10 kg/ha. La densité de semis dépend en partie de la méthode d'ensemencement utilisée. Dans cette zone, il est souvent impossible de préparer un lit de semence convenable; il faut alors adopter des densités de semis plus fortes afin de compenser la médiocre implantation des jeunes pousses.

Dans la zone de fortes précipitations, les doses varient selon que le semis a lieu sur un pâturage implanté à améliorer ou sur un terrain récemment débroussaillé. S'il s'agit d'un pâturage implanté, la concurrence des adventices est généralement forte et on recommande d'employer des densités de semis élevées, de l'ordre de 20 kg/ha. S'il s'agit d'un terrain récemment débroussaillé, la concurrence des mauvaises herbes est habituellement faible et des doses de 10 kg/ha sont probablement suffisantes. Il importe de ne pas employer des doses inférieures, car l'implantation d'un pâturage dense et vigoureux de légumineuses est une des meilleures façons de lutter contre l'envahissement des mauvaises herbes. Des doses plus faibles permettent de faire des économies à court terme, mais une implantation médiocre va de pair avec une production faible et oblige souvent à réensemencer en employant plus de graines quelques années après.

2.4 Engrais

Les pâturages de luzerne ont besoin d'engrais phosphatés. La quantité requise est déterminée par la teneur du sol en phosphore.

On constate à la figure 1 que la concentration optimale de phosphate dans le sol se situe entre 10 et 20 ppm, selon le rendement du pâturage et le prix des engrais phosphatés. Au-dessous de 10 ppm, la production du pâturage atteint moins de la moitié de son rendement potentiel, et au-dessus de 20 ppm, tout apport supplémentaire de phosphate n'a généralement aucun effet sur le rendement. Etant donné le prix élevé du bétail au Proche-Orient et la facilité d'approvisionnement en phosphates locaux, le choix optimal du point de vue économique devrait se situer plus près de 20 ppm que de 10.

Une autre façon de faire consiste à évaluer le besoin de phosphate en analysant un extrait constitué de tissus de feuilles fraîches de luzerne. On obtient une courbe de réponse semblable avec, comme valeurs critiques, 150 ppm de phosphore extractable pour le point au-delà duquel tout apport supplémentaire de phosphore n'a d'ordinaire plus d'effet sur le rendement, et 100 ppm pour le point en-deçà duquel les pâturages produisent seulement 60 pour cent de leur rendement potentiel (Bouma, 1982).

Il est parfois impossible de procéder aux analyses du sol ou des feuilles. Comme l'usage des engrais phosphatés n'est pas très répandu dans la région, une règle empirique sûre consiste à épandre au moins 50 kg/ha de superphosphate triple avec les semences de luzerne. Au cours des années suivant l'analyse du sol, il est souvent possible de réduire cette dose, mais les expériences menées en Libye et en Iraq ont montré qu'elle constituait un apport initial tout à fait raisonnable.

Les essais réalisés en Afrique du Nord ont prouvé que l'épandage de 30 à 45 kg/ha de phosphore (sous la forme de P_2O_5) permettait un développement maximal des luzernes annuelles et une fixation optimale de l'azote (Bakhtri, 1983).

Dans la zone des steppes, la dose d'engrais à épandre dépend de facteurs économiques, car le rendement potentiel des pâturages est plus faible que dans la zone des céréales. Les besoins de phosphate devraient être identiques dans la mesure où cette région n'a peut-être jamais bénéficié d'apports d'engrais phosphatés dans le passé.

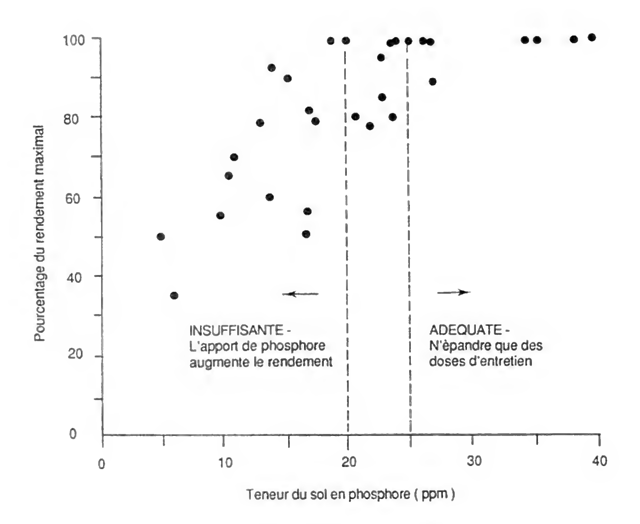


Figure 1. Relation entre la teneur du sol en phosphore et la production fourragère des légumineuses annuelles (Lewis, 1982)

Dans la zone de fortes précipitations, le rendement économique potentiel justifie l'épandage de fortes doses d'engrais phosphatés. Là aussi, les engrais phosphatés ont rarement été employés précédemment.

Les pâturages de luzerne n'ont pas besoin d'engrais azotés, car cette plante, grâce à son association symbiotique avec les bactéries du genre Rhizobium, est en mesure d'utiliser l'azote de l'air. Il faut donc éviter d'épandre des engrais azotés, qui favorisent la croissance des mauvaises herbes et compromettent l'efficacité de l'inoculation (APDP, 1982).

Jusqu'ici, peu d'autres besoins d'engrais ont été identifiés au Proche-Orient en ce qui concerne les pâturages de luzerne (Carter, 1974; APDP, 1982). Ces pâturages sont toutefois encore peu nombreux dans la zone de fortes précipitations et, si les conditions s'apparentent à celles de l'expérience australienne, il pourrait s'avérer nécessaire d'épandre du soufre et des éléments traces tels que le cuivre, le zinc, le cobalt et le molybdène afin d'implanter et de préserver avec succès des pâturages et un cheptel sains. A Hatrah, dans le Djésireh, on a relevé quelques carences en zinc (DDAJP, 1985).

2.5 Préparation des terres et techniques de semis

2.5.1 La zone des céréales

- Préparation des terres

Les agriculteurs de la région utilisent un certain nombre de techniques de préparation des terres et de semis.

Fin de l'été. Habituellement, l'ensemencement du pâturage de luzerne fait suite à une culture céréalière. Il est donc nécessaire de s'assurer que la plus grande partie du chaume de céréale a été éliminée par pacage ou par coupe et bottelage à la fin de l'été. Les outils aratoires servant à la culture du sol et au semis évoluent difficilement au milieu des déchets et cette pratique empêche leur blocage. Dans tout le Proche-Orient, la paille constitue un fourrage d'été précieux pour les moutons, et il est rarement nécessaire de la ramasser.

Automne. La préparation des terres en vue du semis a lieu avant ou après les premières pluies, selon la nature du sol. S'il s'agit de sable ou de limon, le travail à sec est possible, mais il est difficile de faire pénétrer les outils dans les argiles durcies. On obtient en ce cas de grosses mottes dures et il est nécessaire de poursuivre longuement le travail pour les briser et obtenir un lit de semence suffisamment ameubli. La préparation des terres s'effectue à l'aide d'un scarificateur, dont l'utilisation est expliquée plus en détail dans la suite du texte (3.1.1).

Au Proche-Orient, le caractère inégal - "en billons et sillons" - des terres, qui résulte de la répétition des labours profonds réalisés avec des outils aratoires mal réglés, constitue un problème sérieux. Ces billons et sillons du sol empêchent tout semis régulier, et il convient donc de les niveler. Le scarificateur contribue à réaliser ce nivellement, particulièrement si le travail est exécuté en travers des billons et des sillons. Il est possible de parfaire le travail en traînant sur le sol une lourde barre d'acier (un morceau de rail, par exemple). Un lit de semence de niveau et un semis régulier jouent un rôle plus important dans le cas des luzernes que dans celui des céréales, et il est conseillé de commencer le travail de nivellement lors de la phase de culture céréalière précédente.

- Techniques de semis

Il est possible d'employer un certain nombre de techniques différentes:

Semoir à la volée. Il est possible de semer les graines de luzerne à la volée avec un engrais phosphaté. Les résultats obtenus sont généralement médiocres, notamment si le semis à la volée a lieu sur sol sec et dur, sans préparation

préalable. Il est nécessaire de mélanger par avance les graines et l'engrais. Le semoir à la volée ne projette pas les petites graines de luzerne aussi loin que les granules d'engrais, et il faut donc veiller à effectuer des passages plus serrés que dans le cas d'un simple épandage d'engrais. D'ordinaire, le semis à la volée ne donne pas de bons résultats et n'est donc pas recommandé. Toutefois, la machine travaille rapidement et peut constituer la seule solution lorsqu'il reste beaucoup de paille à l'automne et que les dents d'un semoir en lignes risquent de se bloquer. Dans certains cas, on ne dispose en outre que d'un semoir à la volée. Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque le semis à la volée des graines de luzerne et de l'engrais a lieu sur un lit de semence préparé et hersé.

Semoir en lignes ordinaire. Cette machine, utilisée pour semer les céréales, est décrite plus en détail à la section 3.14. Elle peut servir à semer des graines de luzerne, et cela au moyen:

- de la boîte à petites graines;
- de la boîte à grains;
- de la boîte à engrais.

La boîte à petites graines est une troisième boîte fixée à l'arrière du semoir. Elle est spécialement destinée au semis des petites graines telles que les graines de luzerne, qui requièrent de faibles densités de semis et un ensemencement à faible profondeur. La boîte est normalement munie de tubes en plastique ou en caoutchouc, semblables à des sections de tuyau d'arrosage. Ces tubes amènent les graines jusqu'au sol, en arrière des dents de la machine. Les graines sont déposées à la surface du sol et incorporées aux 2 cm de la couche superficielle par les herses légères tirées derrière le semoir. Cette méthode garantit des densités de semis convenables et l'ensemencement à faible profondeur requis.

Il est aussi possible d'employer la boîte à grains. La plupart des semoirs utilisés au Proche-Orient ne disposent pas de boîtes à petites graines, et il est donc généralement nécessaire d'utiliser la boîte à grains ordinaire. Cette solution présente toutefois des inconvénients. Ainsi, il se peut que la machine ne dispose pas de crans en nombre suffisant pour régler la densité de semis à une valeur aussi faible que 10 ou 15 kg/ha. Il est parfois nécessaire d'ajouter quelques grains de céréales au mélange de semences de luzerne. Par exemple, si la densité de semis minimale est de 25 kg/ha, il convient de mélanger 10 kg de grains de céréales avec 15 kg de graines de luzerne afin d'obtenir une densité effective de 15 kg/ha pour ce qui est de la luzerne. Un autre inconvénient de cette méthode réside dans le risque d'un ensemencement à trop grande profondeur. La boîte à grains, par l'intermédiaire des tubes dont elle est munie, déverse le mélange de semences de luzerne dans le sol, en arrière des dents de la machine. Or, le semis des grains de céréales s'effectue normalement à une profondeur variant de 4 à 6 cm, ce qui est trop profond pour la luzerne. Il faut donc veiller à ne pas faire pénétrer les dents trop profondément dans le sol.

Il est possible d'utiliser la boîte à engrais de la même façon que la boîte à grains. Il suffit de mélanger les graines de luzerne et l'engrais soit avant le remplissage, soit dans la boîte à engrais elle-même. En effectuant le mélange dans la boîte, on s'épargne le travail consistant à vider l'engrais sur une surface dure, à le mélanger aux graines et à le remettre en sac. Après avoir versé un sac d'engrais dans la boîte, on répand simplement une quantité



Les trois boîtes d'un semoir en lignes ordinaire équipé d'une boîte à petites graines. La boîte de droite est destinée aux graines de céréales, celle du centre aux engrais et celle de gauche aux petites graines telles que les graines de luzerne.

donnée de graines de luzerne à la surface et on mélange le tout. On ajoute ensuite le sac suivant, puis la quantité de graines requise et l'on mélange, pendant que l'engrais est épandu par le semoir. L'engrais emprunte les mêmes tubes que les grains de céréales, et il convient donc de régler la profondeur de semis de sorte que la luzerne ne soit pas semée à la profondeur habituellement utilisée dans le cas des céréales.

Si les engrais phosphatés n'ont pas d'effet préjudiciable sur la germination des luzernes, ils en ont par contre un sur le rhizobium. Il importe donc que les graines ayant reçu une inoculation de rhizobium soient enrobées de chaux, afin d'être protégées de l'effet de l'engrais (l'inoculation et l'enrobage à la chaux sont traités à la section 2.7).

- Profondeur de semis

Les graines de luzerne sont beaucoup plus petites que la plupart des autres graines semées au Proche-Orient. Il convient de les semer aux profondeurs suivantes:

Sable	Limon	Argile
2,5 cm	2,0 cm	1,0 cm

Il est possible de semer les luzernes à une profondeur supérieure de 1,0 à 0,5 cm, mais la germination et la levée des pousses s'en trouveront souvent compromises. Les cultivars de luzerne à graines plus grosses s'accommodent mieux d'une plus grande profondeur de semis. Il est recommandé d'en inclure dans le mélange de semences si les agriculteurs n'ont guère l'expérience du semis à faible profondeur ou s'il est probable qu'ils sèmeront profondément par la force de l'habitude. Il faut toutefois préciser que les luzernes à grosses graines elles-mêmes ne lèveront pas convenablement si elles sont semées à des profondeurs excédant 3 cm.

2.5.2 Terres marginales et steppes

Lorsque les terres ont déjà servi à la culture des céréales et qu'il s'agit d'ensemencer le lit des oueds, il est possible d'employer les mêmes techniques que dans la zone des céréales (2.5.1). Pour ce qui est des autres régions précédemment incultes, il existe plusieurs techniques praticables:

- Préparation des terres

Normalement, aucune préparation des terres n'est requise, c'est-à-dire ni élimination des déchets, ni culture du sol. La concurrence des adventices est faible, et il existe un risque important d'érosion, lié à la pratique excessive de la culture.

- Techniques de semis

Diverses méthodes ont donné de bons résultats dans la région:

Le semis à la volée par voie aérienne a été pratiqué en Libye sur de vastes étendues. Certaines terres ont bénéficié d'une implantation directe, sans culture ultérieure, et d'autres ont été par la suite cultivées et ensemencées avec de l'avoine (Seedco, 1974, 1979). Le semis par voie aérienne permet de procéder avec rapidité sur de vastes superficies. Il est par ailleurs possible d'employer des semoirs à la volée, pour peu que le sol ne soit ni trop accidenté, ni trop escarpé.

Comme dans la zone des céréales, quoiqu'il soit préférable d'utiliser un semoir en lignes, le semoir à la volée peut constituer la seule solution acceptable, compte tenu de l'immensité des steppes et du caractère accidenté du terrain.

Le semis en poquet est une technique utile dans la région des steppes. Les "piqueuses" sont munies de disques ou de dents permettant de creuser dans le sol une série de poquets peu profonds et non reliés. Ces poquets recueillent l'eau et les graines portées par le vent et constituent un micro-environnement favorable à la germination des plantes. La technique du semis en poquet convient mieux que la culture du sol ou le scarifiage, car elle ne crée par une étendue continue de sol cultivé ou une succession de canaux. Alors que les sillons résultant de la culture ou du scarifiage



Pâturage de steppe en Libye: luzerne, graminées et herbacés, ensemencés par voie aérienne sur des sols trop pierreux pour utiliser des semoirs en lignes.

favorisent le ravinement, les poquets retiennent l'eau de pluie, qui peut ainsi s'infiltrer. Certaines "piqueuses" sont munies d'un semoir, ce qui permet tout à la fois de semer et de creuser les poquets. Il est en outre recommandé de semer des gousses de luzerne sèches plutôt que des graines obtenues par battage. Les gousses sèches contiennent en effet une forte proportion de graines dormantes, ce qui constitue une garantie précieuse contre la perte totale des semences en cas de sécheresse hivernale (Gintzburger et Skinner, 1985).



Semis en poquet dans une région de steppe en très mauvais état en Australie. Les verres au premier plan donnent une indication de la taille des poquets. A noter que les poquets ne forment pas un canal continu qui pourrait favoriser l'érosion.

- Profondeur de semis

Comme dans la zone des céréales, il convient de semer les luzernes à une profondeur d'environ 1 à 2 cm.

2.5.3 Zone de fortes précipitations

Dans cette zone, il existe deux manières possibles d'améliorer les pâturages.

Dans le cas de terres cultivables, il est possible d'adopter les techniques utilisées dans la zone des céréales. Il importe toutefois d'accorder une plus grande attention à la lutte contre les mauvaises herbes si les terres étaient précédemment en pâturage. A cet effet, on procédera à une culture supplémentaire ou l'on emploiera un herbicide puissant (Round-up ou Spray Seed, par exemple).

Dans le cas de terres incultivables, car trop escarpées ou trop rocailleuses, il est indispensable d'employer des herbicides avant de semer les graines de luzerne à la volée.

2.6 Date de semis

Option A. La meilleure option consiste à permettre aux pâturages spontanés de germer à l'occasion des premières pluies d'automne, à cultiver le sol afin de détruire les mauvaises herbes et à semer la luzerne. L'emploi d'un semoir en lignes ordinaire permet de cultiver et de semer en une seule opération. En pratique, dans les fermes industrielles, l'ensemencement débute généralement avec les premières pluies, de sorte que tous les pâturages ne profitent pas de la destruction des mauvaises herbes. La date de semis constitue un sérieux problème pour ces exploitations, dans la mesure où main-d'oeuvre et machines sont prioritairement affectées à la préparation des terres en vue du semis des céréales. Dans le cadre des grands projets, une partie de la luzerne est semée à ce moment, mais là encore la mobilisation des ressources en faveur des cultures céréalières oblige les responsables à s'orienter vers d'autres options.

Option B. Le semis à sec avant les pluies d'automne constitue la meilleure option suivante, car il est souvent impossible de semer toute la luzerne pendant les quelques semaines suivant ces pluies. Cette méthode a donné de bons résultats dans la région, mais présente toutefois plus de risques, du fait que les premières pluies, suffisantes pour faire germer les graines, souvent ne suffisent pas à assurer la survie des pousses. En ce cas, il est nécessaire de semer de nouveau à l'occasion de la première grosse pluie. Le semis à sec présente en outre l'inconvénient de ne pas détruire la première germination des pâturages spontanés. Les résultats obtenus dans la Djésireh ont cependant prouvé que le semis à sec était préférable au semis après les premières pluies d'automne (DDAJP, 1985).

Option C. Le semis tardif, postérieur au programme d'ensemencement en céréales, a également été expérimenté. Cette méthode est déconseillée, car il est rare que la luzerne produise suffisamment de graines pour assurer la régénération des pâturages au cours des années suivantes.

Dans la zone de fortes précipitations (plus de 500 mm), la période de végétation est longue et les pâturages produisent d'ordinaire sans mal suffisamment de graines. Il est donc parfois opportun de retarder le semis afin de parfaire le désherbage.

Tableau 9.

Comparaison des méthodes et des dates de semis en Australie occidentale (Ewing, non daté)

Méthode de semis	Production de graines de luzerne hérissée Serena à la fin de la saison (kg/ha)
Semis à la volée sur sol sec	34
Semis à la volée sur sol sec et hersage	87
Semis en lignes sur sol sec	90
Culture dix jours après la première pluie, semis à la volée, puis hersage	115
Semis en lignes dix jours après la première pluie	195

Il est indiqué à la section 2.9 que les pâturages de luzerne, au cours de la première année, doivent en priorité produire des graines permettant leur régénération future. De ce point de vue, la supériorité de la méthode consistant à semer en lignes après les premières pluies est clairement démontrée par l'essai ci-dessus.

Au Proche-Orient, c'est aussi cette méthode qui a donné les meilleurs résultats, quoique le semis en lignes sur sol sec ait également donné des résultats acceptables.

Le tableau 10 ci-dessous illustre l'échec de l'option C (semis tardif).

Tableau 10.

Comparaison des dates de semis pour divers cultivars de luzerne (Poole, 1970)

Cultivar et date de semis	Production de graines (lb/acre)
Après la première pluie:	
Harbinger (cultivar à courte période de végétation)	531
Jemalong (cultivar à période de végétation moyenne)	491
Un mois plus tard:	
Harbinger	517
Jemalong	319
Deux mois plus tard:	
Harbinger	114
Jemalong	78

Une expérience menée en trois endroits de Jordanie et destinée à comparer les semis en novembre, en décembre et en janvier a démontré que la production grainière des pâturages de luzerne précocement ensemencés était d'au moins 50 pour cent supérieure à celle des pâturages ensemencés tardivement, et même cinq fois plus forte en un endroit. L'effet était plus prononcé à faible densité de semis (6 kg/ha), et des doses supérieures à 10 kg/ha ne permettaient pas de compenser l'effet d'un semis tardif (JDFP, 1980-1984).

2.7 Cultures céréalières de couverture

Il n'est pas recommandé de favoriser l'implantation de pâturages de luzerne au moyen de cultures céréalières de couverture, à la manière européenne. En Europe, le pâturage est souvent implanté sous la culture céréalière précédente grâce au semis simultané des grains de céréales et des graines de plantes fourragères. Cette méthode présente l'avantage d'éliminer la préparation du lit de semence et d'économiser le coût de l'ensemencement du pâturage seul. Il faut se souvenir que les étés européens sont humides et que la culture céréalière et le pâturage sous-jacent satisfont généralement leurs besoins d'eau sans se concurrencer. Une fois les céréales moissonnées, les plantes de pâturage continuent à croître pendant l'automne. Ces conditions sont bien différentes de celles qui règnent au Proche-Orient, où la compétition pour l'humidité est particulièrement aiguë au printemps et au début de l'été.

La luzerne semée avec une céréale ne produit généralement pas assez de graines pour assurer la régénération naturelle du pâturage et les rendements céréaliers diminuent. En outre, en l'absence d'un traitement judicieux au moyen d'herbicides de prélevée, la date de semis des céréales est d'ordinaire postérieure à la date de semis optimale des luzernes. Quant aux autres herbicides utilisés pour détruire les adventices latifoliées présentes dans les céréales, ils endommagent gravement le pâturage de luzerne.

Les cultures céréalières de couverture peuvent faciliter l'implantation de la luzerne, dans la mesure où elles sont cultivées non pas en vue d'une hypothétique récolte de grain, mais uniquement dans le but de contribuer au développement des pâturages de luzerne.

Dans la zone des steppes, des céréales semées à faible dose (25 kg/ha d'orge ou d'avoine) assurent une utile protection contre le vent sur les sols sablonneux. La densité de semis n'est en ce cas pas assez forte pour que les céréales entrent sérieusement en concurrence avec le pâturage de luzerne.

Il est aussi possible de semer des céréales à d'aussi faibles densités afin de lutter contre les abus de pâture (voir plus loin).

Dans la zone des céréales, il est conseillé d'ajouter de faibles doses de semences de céréales aux semences de luzerne si le sol est médiocrement structuré et qu'il soit enclin à former une croûte superficielle dure. Les pousses de céréales, plus vigoureuses que les pousses de luzerne, et notamment les pousses de cultivars à petites graines, ouvrent des fissures dans lesquelles les luzernes peuvent lever. Il convient toutefois que les densités de semis des céréales soient suffisamment faibles (25 kg/ha) pour éviter toute compétition aiguë avec le pâturage de luzerne.

Dans tous les cas, il convient que les céréales soient pâturées s'il apparaît qu'elles sont en concurrence trop vive avec les luzernes.

2.8 Inoculation

Il est maintenant bien connu que les légumineuses ont la faculté de former des nodosités racinaires en symbiose avec certaines souches de bactéries du genre Rhizobium. Il importe toutefois que les agriculteurs soient en mesure de distinguer les nodosités efficaces, susceptibles de fixer l'azote libre de l'air, des nodosités inefficaces, qui n'ont pas cette capacité. La différence, facile à percevoir chez les luzernes relativement jeunes, est encore plus prononcée chez les plantes adultes.

Les nodosités efficaces ont l'aspect de grosses protubérances rosâtres de forme ronde ou ovale, placées sur les racines ou les poils radiculaires des luzernes. Avant inspection, il convient de laver les systèmes racinaires des plantes fraîchement arrachées afin d'enlever la terre qui pourrait y adhérer. Les grosses nodosités rosâtres ont une longueur qui peut atteindre 1 mm, et sont pulpeuses plutôt que dures. Elles sont d'ordinaire uniformément réparties et il y en a de préférence plus de 20 par plante. L'existence de nodosités efficaces de ce type révèle la présence de rhizobium adapté à l'espèce végétale considérée.

Les nodosités inefficaces sont petites (de la taille d'une tête d'épingle), dures, peu nombreuses et irrégulièrement réparties sur le système racinaire.

Il faut rappeler que les luzernes dépourvues de nodosités efficaces ne sont pas en mesure d'utiliser l'azote de l'air, ce qui élimine un des principaux avantages de la rotation luzerne-céréale, à savoir l'apport d'une quantité adéquate d'azote aux céréales cultivées l'année suivante. De plus, l'inoculation des semences constitue le seul moyen économique d'introduire la souche appropriée de rhizobium. Il est en effet impossible de l'ajouter à la suite de la découverte d'une nodulation inefficace. Cela constitue un argument en faveur de l'inoculation et de l'enrobage à la chaux des semences utilisées pour implanter certains nouveaux pâturages de luzerne.

Selon des rapports récents et des résultats de recherches, il importe de ne pas négliger l'inoculation de souches efficaces. Ainsi, l'inoculation de certains cultivars s'avère nécessaire en Iraq, en Syrie, en Jordanie, et aussi parfois dans la zone des hauts plateaux algériens. Malgré l'apparente abondance des écotypes locaux dans la région, des années de culture céréalière continue ont pratiquement éliminé les luzernes et le rhizobium associé des terres cultivées. En outre, les cultivars locaux, lorsqu'ils sont encore présents, sont souvent d'une espèce différente, et la souche de rhizobium ne convient pas toujours aux cultivars semés. En Jordanie, les essais réalisés ont donné de bons résultats après inoculation des semences, alors qu'en Iraq, certains cultivars ont donné des résultats désastreux en l'absence d'inoculation (APDP, 1982; JDFP, 1980-1984).

Les travaux entrepris dans le cadre du projet de la Djésireh, dans le nord de l'Iraq, ont révélé que la souche WSM244, isolée à partir de M. polymorpha, donnait d'excellents résultats dans les conditions du terrain (DDAJP, 1985). Cocks (1985b) a signalé l'efficacité de la souche WSM244 et indiqué que la nodulation de M. trunculata était moins satisfaisante après inoculation de la souche CC169, de qualité inférieure à la précédente.

L'ICARDA (Annual Report, 1986) fait état d'une réaction marquée à l'inoculation à l'occasion de l'utilisation d'un mutant de la souche WSM244, caractérisé par sa résistance aux antibiotiques, avec M. polymorpha cv. Circle Valley et M. trunculata cv. Jemalong. Cette réaction s'est traduite par un doublement de la production herbagère après inoculation. Quant à M. rigidula, incluse dans le même essai, elle n'a pas manifesté de réaction ni requis d'inoculation. L'étude en a donc conclu que le rhizobium indigène était efficace et compatible avec cette dernière espèce, mais non avec les cultivars des espèces précédentes.

En cas d'ensemencement de sols alcalins, l'inoculation peut s'effectuer directement, mais il semble en pratique plus judicieux d'enrober les semences d'une culture de rhizobium et de chaux. La chaux protège le rhizobium et

élimine le problème de l'incompatibilité avec les engrais. Elle joue un rôle particulièrement important si la luzerne est semée à sec. De plus, en cas d'utilisation de grandes quantités de graines, le délai entre l'inoculation et le semis risque fort d'être long. L'enrobage à la chaux constitue un excellent moyen de protéger l'inoculum de rhizobium. Ce sont néanmoins les conditions locales et l'expérience qui doivent inspirer toute décision à ce sujet. C'est ainsi que dans le nord de l'Iraq, le pralinage à la gomme a donné d'aussi bons résultats que l'enrobage à la chaux (DDAJP, 1985).

L'enrobage des semences s'effectue de la façon suivante:

Solution adhésive:

Il est préférable d'employer de la gomme arabique comme adhésif; à défaut, il est possible d'utiliser un adhésif à base de méthylcellulose, tel que le Methocel. Pour obtenir un litre d'adhésif:

Ajouter 20 g. d'adhésif granulé dans 200 ml d'eau bouillante et remuer jusqu'à ce que l'adhésif soit dispersé.

Ajouter lentement les 800 ml d'eau froide restants sans cesser de remuer, jusqu'à obtention d'une solution homogène.

Ingrédients:

- 25 kg de graines de luzerne
- 1 litre de solution adhésive
- 6 kg de chaux finement pulvérisée (ne pas utiliser de chaux vive ou d'hydroxyde de calcium)
- de l'inoculum (selon les recommandations du paquet).

Mélanger l'inoculum cultivé sur tourbe avec la solution adhésive une fois refroidie. Mélanger avec soin aux graines de luzerne et ajouter la chaux finement pulvérisée. Continuer à mélanger jusqu'à ce que les graines soient uniformément recouvertes de chaux. Les quantités ci-dessus sont uniquement fournies à titre indicatif; il convient donc de les modifier si l'enrobage n'est pas satisfaisant. Les erreurs de préparation se manifestent comme suit:

Des granulés mous et pulvérulents sont l'indice d'une trop grande quantité de chaux ou d'un mélange insuffisant, ou des deux.

Des granulés d'aspect pâteux et des graines mal recouvertes sont l'indice d'un excédent d'adhésif. Rectifier en ajoutant de la chaux.

Des graines agglutinées peuvent être l'indice d'un excédent d'adhésif.

Des granulés durs, brillants et lisses sont l'indice d'une quantité insuffisante de chaux ou d'un mélange trop prolongé après addition de chaux. Ces granulés ont tendance à se craqueler une fois secs.

En cas d'inoculation, il n'est pas recommandé d'utiliser des insecticides systémiques ou des fongicides autres que le Thirum (Chatel, 1984).

Il est possible de mélanger de petites quantités de semences par pelletage d'un tas à l'autre sur sol propre ou encore au moyen d'une bétonnière. On a réalisé le mélange de grandes quantités en pulvérisant l'adhésif et l'inoculum sur les semences, à mesure qu'on les déverse dans une vis à grains. On ajoute la chaux avec la même capacité de contrôle pendant que les semences passent dans une seconde vis à grains.

2.9 Gestion propre à la première année

Normalement, la gestion convenable d'un pâturage de luzerne consiste à équilibrer les exigences propres au pâturage et les besoins nutritionnels du bétail. La première année, il convient de donner nettement la priorité au pâturage. En effet, c'est au cours de cette première année que le pâturage de luzerne doit produire suffisamment de graines pour constituer une réserve ou une "banque de semences" dans le sol. La gestion doit entièrement se consacrer à cet objectif, les besoins du bétail passant au second plan. Une bonne banque de semences garantit la régénération d'un pâturage dense l'année suivante ou l'année succédant à la culture céréalière. Ce pâturage dense produira à son tour d'abondantes semences, et le système se poursuivra année après année. Au contraire, une production insuffisante de semences la première année compromet l'évolution future du système, restreignant l'implantation de la luzerne et favorisant la croissance des mauvaises herbes. Un pâturage disposant de bonnes réserves de graines peut survivre aux erreurs de gestion provoquant, par exemple, un grave surpâturage pendant plusieurs années. Après correction de ces erreurs, un tel pâturage peut se reconstituer, alors que le rétablissement d'un pâturage de luzerne mal implanté reste improbable.

Le fait de donner la priorité à la production grainière n'exclut pas le pacage des prairies de luzerne. Un pacage modéré facilite la dispersion de la luzerne sur le sol et élimine l'ombre éventuellement projetée par les graminées et les adventices de grande taille. Après germination, il convient de laisser les pousses de luzerne atteindre une hauteur de 6 à 8 cm, puis d'y faire paître des moutons afin de les maintenir à cette hauteur. Quoiqu'il soit possible de faire paître des bovins, les moutons sont préférables.

Au Proche-Orient, les bergers font d'ordinaire paître les moutons tous les jours. Pour conserver une hauteur de pâturage de 6 à 8 cm, il est nécessaire de modifier l'effectif du troupeau ou encore le nombre de jours pâturés, en emmenant les moutons paître ailleurs lorsque la hauteur devient trop faible. Une fois le pâturage reconstitué, le troupeau peut être ramené.

Au printemps, les plants de luzerne produisent des petites fleurs jaunes qui évoluent en graines, S'il s'agissait d'une rotation jachère/céréale, ce serait normalement le moment de cultiver la terre en prévision de la longue jachère estivale.

La culture du pâturage aurait pour effet de tuer la luzerne avant formation des graines et, par conséquent, de faire échouer l'implantation.

Il s'agit là d'une des principales causes de l'échec des pâturages de luzerne dans la région.

La première année, il n'est pas recommandé de couper la luzerne pour faire du foin. La production de foin peut, en effet, avoir un effet préjudiciable sur la production de semences; comme le sol ne contient aucune banque de semences héritée des pâturages précédents, l'insuffisance de la production grainière peut entraîner l'échec de la régénération au cours des années suivantes.

Il est possible de maintenir un pacage modéré pendant la floraison et la formation des graines, toutefois sans exagération. Cela est particulièrement important dans le cas des prairies de luzerne qui n'ont pas du tout été pâturées pendant l'hiver. En ce cas, les plants sont hauts; s'ils sont

soudainement pâturés de sorte que la hauteur soit uniformément ramenée à environ 7 cm pendant la floraison et la formation des graines, presque toutes les gousses seront perdues et le pâturage ne se reconstituera pas, sauf pluies tardives exceptionnelles de printemps. En Jordanie, cela a posé un problème à certains moments. Les moutons sont conduits dans les steppes et le désert en hiver, et ramenés à la fin du printemps. C'est ainsi qu'un certain nombre d'excellentes prairies de luzerne ont été perdues par suite de leur pâturage intensif au stade des gousses vertes. Le simple fait de retarder le pacage de deux ou trois semaines aurait permis aux gousses de sécher et de tomber sur le sol, éliminant ainsi la plus grande partie des problèmes liés au pâturage intensif.

Une fois la luzerne sèche, son pâturage intensif ne pose généralement plus de problèmes. Si les moutons mangent quelques gousses, ils en enfoncent beaucoup dans le sol, où elles se trouvent à l'abri du broutage. Si le sol est tellement dur que toutes les gousses restent à sa surface et sont susceptibles d'être mangées par les moutons, il convient de réduire l'intensité du pacage afin d'assurer la survie de suffisamment de graines pour permettre la régénération des pâturages au cours des années suivantes. Durant l'été, il peut être utile de cultiver légèrement si les gousses disparaissent rapidement et ne sont pas enfouies dans le sol.

3. Emblavage et gestion de la banque de semences de luzerne

A l'implantation du pâturage de luzerne au cours de la première année succède l'implantation des céréales, ou emblavage, au cours de la deuxième année. Il s'agit là d'un moment critique. A ce stade, un manque de soin et d'attention ou l'adoption de façons culturales inadéquates peuvent entraîner l'échec du système luzerne/céréale. L'année consacrée à l'implantation de la luzerne s'est achevée par la constitution d'une banque (ou réserve) de semences. Il importe de maintenir la viabilité de ces semences en vue de leur germination durant l'année succédant à la présente année d'emblavage. En conséquence, tous les efforts visant à cet emblavage doivent pleinement tenir compte de la nécessité d'assurer le succès de la régénération de la luzerne.

Pour des raisons déjà mentionnées, la mise en jachère et le labour profond sont des pratiques traditionnelles qui n'ont pas leur place dans le système luzerne/céréale. En effet, ces deux façons empêchent la régénération de la luzerne.

La présente section traite de trois questions:

- L'emblavage
- La gestion du chaume des céréales
- La régénération des pâturages de luzerne

3.1 Emblavage

Il convient de cultiver la terre à l'automne, avant ou dès que possible après les premières pluies. Ces pluies provoquent la germination d'un certain nombre des graines de luzerne produites au cours de l'année précédente, qui sont ensuite détruites par la culture du sol, l'ensemencement et l'épandage d'herbicides sélectifs. Cette destruction est sans conséquence, car il reste suffisamment de graines dormantes dans le sol pour assurer une bonne germination l'année suivante.



La méthode traditionnelle de préparation des terres est le labour profond. A noter les grosses mottes de terre et le terrain inégal qui ne forment pas un lit de semences favorable pour les céréales et ont également pour effet d'enfouir les gousses de luzerne si profondément que peu d'entre elles germent les saisons suivantes.

Il importe que la culture des terres soit entreprise à l'aide d'outils destinés à travailler à une profondeur n'excédant pas 6 à 8 cm. Les outils conçus pour le labour à une profondeur supérieure à 20 cm n'effectuent pas un travail convenable si on les règle pour labourer à une profondeur de seulement 8 cm. C'est ainsi qu'au Proche-Orient, après l'implantation de pâturages de luzerne, le rendement céréalier a, dans certains cas, baissé par suite de l'emploi de charrues destinées au labour profond pour la préparation du sol avant culture des céréales. Les agriculteurs, conscients de l'importance d'une culture à faible profondeur, avaient réglé leurs charrues en conséquence, mais les résultats furent si désastreux (culture médiocre, destruction insuffisante des mauvaises herbes) que le rendement des céréales baissa en dépit de la nette amélioration de la fertilité du sol.

Certains essais réalisés au Proche-Orient ont démontré que la culture à faible profondeur procurait des rendements égaux ou supérieurs à ceux obtenus après labour profond. Le tableau 11 présente des résultats caractéristiques à ce sujet.

Tableau 11.

Rendements en blé de trois sites algériens
(Boura, El Khemis et Sendjus) **de 1972 à 1976**
(Mackle et Gollasie, 1976)

Profondeur de culture	8 cm	14 cm	20 cm
Rendement en quintaux par hectare	20.54	20.64	20.18

Il existe un certain nombre d'outils utilisables pour la culture à faible profondeur. Le choix dépend en grande partie de l'importance de l'exploitation et des fonds dont dispose l'agriculteur. Dans certains cas, il convient d'orienter les efforts vers la modification des outils locaux afin de les adapter au travail à effectuer.

3.1.1 Modèles relatifs à la préparation des terres

Les deux modèles suivants relatifs à la préparation des terres concernent, d'une part, les exploitations d'importance et de ressources limitées et, d'autre part, les exploitations plus vastes disposant d'une plus grande variété d'outils.

Modèle A: Exploitation petite à moyenne disposant d'un tracteur

Dans ce cas, le cultivateur de base est le scarificateur, illustré à la figure 2.

Un scarificateur est un cultivateur à dents rigides dont l'écartement (17 cm) est inférieur à celui des dents d'un cultivateur sous-soleur (30 cm). Il est d'ordinaire muni d'un mécanisme de dégagement à ressorts (appelé "stump-jump mechanism" en Australie), qui permet aux dents de passer par-dessus les pierres ou autres obstacles. La pression exercée par les ressorts est assez forte pour permettre aux dents de pénétrer la terre dure.

Le scarificateur présente l'avantage d'être un outil polyvalent susceptible d'exécuter diverses tâches. Equipé de socs (pointes) étroits (10 cm) de type "buster", on peut l'utiliser pour effectuer la culture primaire du terrain dur. Il est possible de fixer les socs étroits à l'ensemble des dents, mais dans la plupart des cas il suffit de les fixer aux deux premières rangées. Les autres rangées seront munies de socs plus larges (17,5 cm), que l'on fixera à l'ensemble des dents pour effectuer la deuxième culture.

Il est donc possible d'utiliser le scarificateur pour effectuer les cultures successives en adaptant des socs de dimensions différentes. C'est une machine facile à conduire, qui ne laisse ni billons, ni sillons derrière elle et qui assure en fait un bon nivellement du terrain. D'entretien facile, le scarificateur coûte moins cher à l'achat que les outils à disques de dimensions comparables.

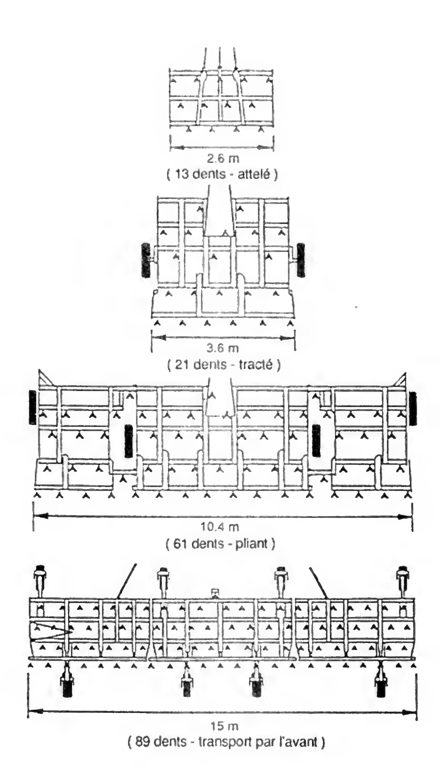


Figure 2. Scarificateurs attelé et tractés (Thomas, 1980)

Le scarificateur présente toutefois un sérieux inconvénient, à savoir sa faible capacité de manutention des déchets. Au Proche-Orient, cela ne constitue pas véritablement un problème, dans la mesure où les chaumes des céréales cultivées en rotation avec la luzerne sont en grande partie pâturés par les moutons. Les résidus laissés à la fin de l'été pourrissent durant

l'année réservée au pâturage. La luzerne sèche est sapide pour les moutons et il reste très peu de déchets à la fin de l'été. Il est par conséquent très rare que les déchets constituent un problème sérieux pendant la préparation de la terre en vue de la culture céréalière succédant au pâturage de luzerne.



Différents socs de scarificateur. Le soc qui est monté est un soc étroit de type "buster" (en partie usé). Au centre un soc neuf de type "buster" et à gauche un soc plus large utilisé pour les façons secondaires.

D'ordinaire, les scarificateurs sont montés sur attelage trois points ou tractés.

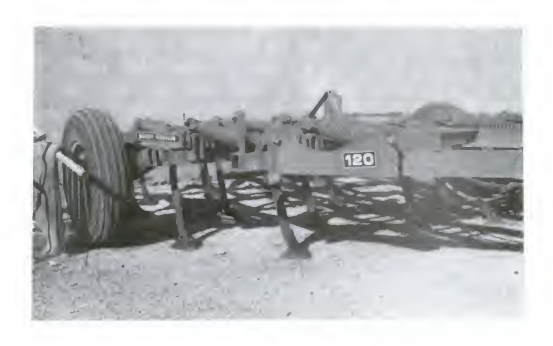
Les machines attelées sont moins onéreuses que les machines tractées; elles conviennent parfaitement aux travaux en espaces restreints propres aux petites exploitations et se transportent aisément sur route. Il faut toutefois une grande expérience pour obtenir un travail constant à faible profondeur. Il est possible de résoudre ce problème de variation de la profondeur en adaptant des roues à profondeur réglable; cette solution est d'ailleurs fortement recommandée. Les dimensions des machines attelées étant limitées, on utilise généralement des scarificateurs tractés dans les exploitations moyennes et grandes.

Les machines tractées, munies de roues pour fortes charges et d'un mécanisme de relevage, coûtent plus cher que les machines attelées. Les machines modernes disposent d'un système de relevage hydraulique, actionné depuis le siège du tracteur. Toutefois, vu la grande diversité des marques de tracteurs au Proche-Orient et l'incompatibilité fréquente des circuits hydrauliques, il est judicieux de disposer d'un second mécanisme de relevage manuel, servant de dispositif de secours. Dans la région, les outils tractés, de quelque type qu'ils soient, soulèvent un sérieux problème dans la mesure où les tracteurs sont en grande majorité équipés pour le travail attelé. Ces tracteurs ont des pneus étroits (28 cm) qui ne sont pas ballastés avec de



Scarificateur attelé utilisé dans la région du Djébel Al Akhdar en Libye. Noter les roues à profondeur réglable et le mécanisme de dégagement à ressorts.

l'eau et les roues ne sont alourdies en aucune façon. C'est ainsi que ces engins, malgré la puissance tout à fait adéquate de leurs moteurs, sont souvent incapables de tirer des outils tractés en raison du patinage excessif de leurs roues. Il est cependant facile de les ballaster en remplissant les pneus d'eau et en alourdissant les roues avec des poids. On obtient encore de meilleurs résultats en montant des pneus larges (45 cm).



Scarificateur tracté utilisé en Jordanie. Noter le mécanisme de dégagement à ressorts.

Modèle B: Grandes exploitations disposant de plusieurs tracteurs et de fonds permettant l'achat de machines spécialisées

Autre culture primaire possible

Il est possible d'employer une charrue à disques pour effectuer la culture primaire, mais non pas les charrues habituellement utilisées au Proche-Orient pour le labour profond. Les figures 3 et 4 illustrent la différence.

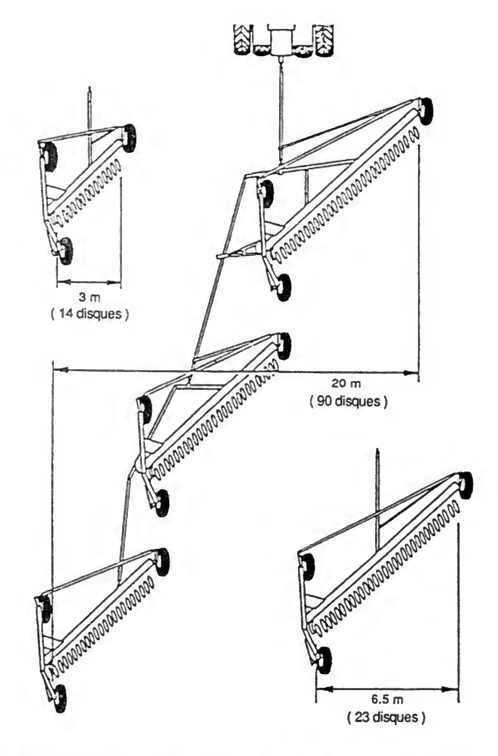


Figure 3. Charrues à disques destinées à une préparation à faible profondeur du sol (Thomas, 1980)

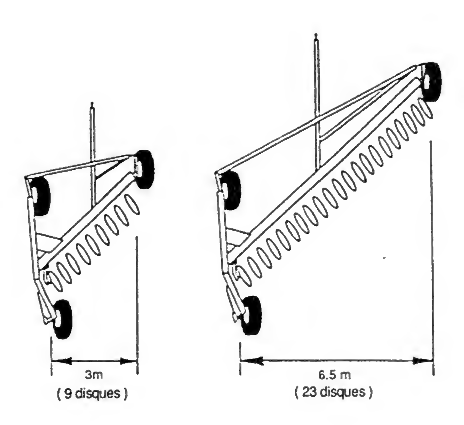


Figure 4. Charrues à disques pour préparation profonde du sol (Thomas)

Les charrues à disques sont destinées au travail à faible profondeur (de 5 à 15 cm). Elles disposent d'un bon pouvoir de pénétration des sols durs et permettent la manutention de grandes quantités de déchets. Elles coûtent néanmoins cher à l'achat et à l'entretien. Elles nécessitent un opérateur expérimenté et tracent des billons et des sillons si elles sont mal réglées. Enfin, elles ne sont d'aucune utilité lorsqu'il s'agit de niveler le terrain, déjà rendu inégal par des labours incorrects.

Il est possible d'employer une charrue sous-soleuse pour effectuer la culture primaire à faible profondeur, pour peu qu'elle soit munie de larges socs. Par rapport au scarificateur, cet outil présente l'avantage d'assurer une meilleure manutention des déchets, quoique, comme nous l'avons déjà dit, cela ne constitue pas vraiment un problème dans le cas de la rotation luzerne/céréale. Autrement, il ne travaille pas mieux qu'un scarificateur et ne permet pas d'effectuer les cultures suivantes. La principale raison de son emploi réside dans le fait que de nombreuses exploitations du Proche-Orient en sont déjà équipées et qu'il est facile de les modifier en vue de la culture à faible profondeur. Si la charrue sous-soleuse est montée sur attelage, il convient de la munir de roues à profondeur réglable.

Autre culture secondaire possible

Si la culture primaire s'effectue à l'aide d'une charrue à disques ou d'une charrue sous-soleuse à larges socs, la culture secondaire requiert un autre outil. Il est bien entendu possible d'employer un scarificateur polyvalent, mais il est préférable d'utiliser un autre cultivateur caractérisé par un écartement moindre des dents (13 à 15 cm). Ce faible écartement permet une meilleure destruction des mauvaises herbes et une meilleure pulvérisation des mottes. Cet outil peut être de type attelé ou tracté (figure 5).

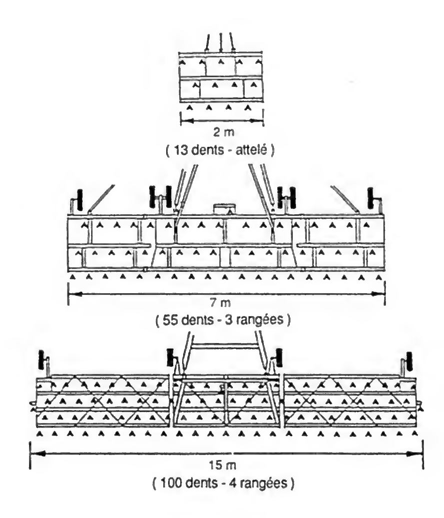


Figure 5. Cultivateurs à dents attelé et tractés pour culture secondaire (Thomas, 1980)

On évitera d'utiliser des cultivateurs à disques ou des pulvériseurs tandems (pulvériseurs déportés à deux rangées de disques inversés) pour effectuer la culture secondaire.

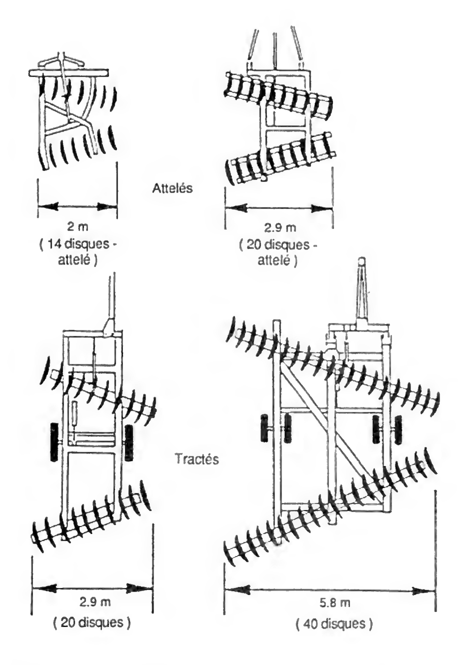


Figure 6. Cultivateurs à disques attelés et tractés (Thomas, 1980)

Les cultivateurs à disques, parfaits pour la manutention de grandes quantités de déchets superficiels, présentent par ailleurs de sérieux inconvénients. Ils ne nivellent pas le sol, sont lents à manoeuvrer et coûtent cher à l'achat et à l'entretien. Les disques sont montés sur un arbre dépourvu de mécanisme de dégagement à ressorts et peuvent être par conséquent gravement endommagés par les grosses pierres ou autres obstacles. On les utilise couramment au Proche-Orient pour travailler la terre après un labour profond et pour enfouir les grains de céréales après semis à la volée.

Il est généralement nécessaire de cultiver deux ou trois fois le lit de semence pour détruire les mauvaises herbes. Pour ce qui est de la culture à faible profondeur, l'utilisation de plus gros outils et la plus grande vitesse de travail permettent d'obtenir rapidement un lit de semence de bonne qualité et exempt de mauvaises herbes.

3.1.2 Hersage

A l'occasion de la culture des terres, des herses servent à détruire plus complètement les mauvaises herbes et à fragmenter les mottes. Elles peuvent être tirées à l'arrière du cultivateur, quoique le hersage puisse constituer une opération séparée. Elles contribuent à niveler le sol, ce qui rend les opérations suivantes plus faciles et plus efficaces. Les herses servent aussi à incorporer les herbicides de prélevée au sol avant son ensemencement. On utilise de préférence des herses à dents rigides de type "stump-jump", comportant cinq rangées de dents. Il est possible de monter les herses d'une largeur inférieure à 4 m sur une barre d'attelage; quant aux herses plus larges, il faut les monter sur une barre tractée.

3.1.3 Herbicides

L'emploi d'herbicides de prélevée déborde le cadre de la présente publication. S'ils sont utilisés, il importe cependant qu'ils n'aient pas d'effets préjudiciables sur la germination des luzernes au cours des années suivantes. Ces herbicides permettent de lutter efficacement contre l'envahissement des céréales par les mauvaises herbes et d'effectuer un semis précoce. S'il en existe maintenant un grand nombre, certains d'entre eux ont des effets résiduels qui persistent durant l'année suivante et compromettent considérablement la régénération des pâturages de luzerne.

3.1.4 Semis

Une fois obtenu un lit de semence exempt de mauvaises herbes, l'étape suivante consiste à semer les grains de céréales et à épandre l'engrais. Au Proche-Orient, les grains sont généralement semés à la volée, puis hersés ou cultivés afin d'assurer leur enfouissement. Les doses de semis sont fortes et la germination est incertaine. Le semis en lignes à profondeur régulière et l'épandage simultané d'engrais présentent des avantages considérables. L'expérience démontre que l'utilisation de semoirs en lignes permet généralement de diminuer de moitié la densité de semis, en comparaison des méthodes traditionnelles. Les recherches menées en Jordanie ont montré qu'il était possible de réduire d'au moins 30 pour cent des doses de semis. Cette réduction de la densité de semis et l'augmentation des rendements assurent un amortissement rapide de l'investissement que représentent des semoirs en lignes.

On peut voir à la figure 7 ci-dessous une vue schématique type des semoirs en lignes utilisés dans le système de rotation luzerne/céréale.

Ces semoirs en lignes comportent quatre rangées de dents. La première rangée sert à cultiver le sol. Les deux rangées suivantes servent à semer et à épandre l'engrais; les dents, espacées de 36 cm et décalées, permettent de semer en lignes espacées de 18 cm. Les boîtes à grains et à engrais, distinctes, sont montées sur le dessus de la machine. Les grains et l'engrais empruntent le même tube, qui aboutit en arrière de la dent de semis correspondante. Enfin, la quatrième rangée recouvre les semences déposées par la troisième rangée de dents. Il n'existe pas de versions attelées disponibles de ces machines. D'ordinaire, une série de herses "stump-jump" à trois rangées, tirées derrière le semoir, assurent le nivellement final du sol. En comparaison de l'épandage au hasard de l'engrais, le semis simultané des grains et de l'engrais procure un meilleur rendement.

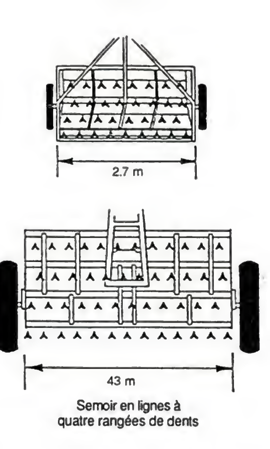


Figure 7. Semoir en lignes ordinaire. La première rangée de dents cultive, les deux rangées suivantes sèment les graines et épandent l'engrais et la dernière rangée recouvre le tout. La machine du haut a 16 dents de semis et celle du bas, 24 (Thomas, 1980)



Un semoir ordinaire équipé d'une petite boîte à semences est utilisé pour semer de la luzerne dans un lit préparé peu profondément au moyen d'instruments à dents. Une herse passée derrière le semoir recouvre les graines.

Les semoirs en lignes du type décrit ci-dessus étaient à l'origine munis de dents flexibles, mais toutes les machines modernes disposent maintenant de dents à dégagement par ressorts, d'une capacité de pénétration des sols durs bien supérieure. Le mécanisme de dégagement à ressorts permet au semoir de passer par-dessus les pierres et autres obstacles sans dommage. Les dents à dégagement des semoirs utilisés dans la région se sont avérées extrêmement résistantes.



Cette culture de céréale qui germe régulièrement en Libye est obtenue grâce au travail superficiel du sol et à l'emploi de semoirs. Le terrain est remarquablement plat après avoir été cultivé au moyen d'engins à dents pendant plusieurs années.

Autres semoirs en lignes

Semoirs à disques. Les semoirs en lignes décrits ci-dessus peuvent être équipés de deux rangées de disques plutôt que de quatre rangées de dents. Ces machines ont une bien plus grande capacité de manutention des déchets, mais ne sont pas recommandées pour la rotation luzerne/céréale. En effet, les disques n'ont pas un aussi grand pouvoir de pénétration des sols durs que les dents et ne permettent donc pas un semis à profondeur uniforme. En outre, ils coûtent plus cher à l'achat et à l'entretien.

Semoirs en lignes à six rangées de dents. Il s'agit d'une version modifiée du semoir ordinaire à quatre rangées. Le plus grand écartement des dents assure une meilleure manutention des déchets. Normalement, vu la faible quantité de déchets engendrés par la rotation luzerne/céréale, l'achat d'une telle machine n'est pas justifié. Certains modèles comportent toutefois des ensembles de dents qui leur confèrent une meilleure capacité de creusage. Il est possible d'utiliser ce type de machine comme un scarificateur, en débrayant les mécanismes de semis et d'épandage de l'engrais. Dans les petites exploitations, il est souvent plus économique d'avoir une seule machine, même si elle est plus coûteuse, plutôt qu'un scarificateur et un semoir.

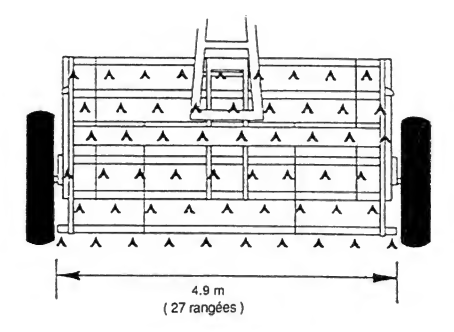


Figure 8. Semoir à six rangées. Les trois premières rangées cultivent et peuvent remplacer un scarificateur, les deux rangées suivantes sèment et la dernière rangée recouvre les graines et l'engrais (Thomas, 1980)

Tous les outils aratoires travaillant à faible profondeur, y compris la charrue à disques, s'accommodent de tracteurs à roues. Les semoirs de céréales sèment normalement à une profondeur de 4 à 6 cm.

Nettoyage des semences

Les semences semées à la volée ne sont généralement pas convenablement nettoyées. Par contre, tous les semoirs en lignes mentionnés ci-dessus exigent des semences propres, exemptes de paille ou d'autres matières susceptibles de bloquer le mécanisme d'avancement. Le nettoyage des semences accroît l'efficacité du semoir et améliore par conséquent les rendements. Le nettoyage et le traitement des semences avec des fongicides peuvent s'effectuer au moyen de petites machines portatives, qui peuvent circuler de ferme en ferme sur une base contractuelle ou coopérative. L'amélioration des rendements qui en résulte justifie le coût du nettoyage et du traitement des grains de céréales.

Entretien des semoirs

Selon les rapports de projets d'exploitation agricole, il est indispensable que toutes les machines soient préparées à l'avance, que l'entretien soit effectué convenablement et régulièrement et que les semoirs en lignes soient nettoyés immédiatement après semis. Le manque de soin à l'égard des machines constitue une des principales causes d'échec de la rotation luzerne/céréale (Seedco, 1975-1979). Une fois le travail du semoir en lignes accompli, il convient de retirer toutes les semences et l'engrais et de réparer toute anomalie éventuelle. La date de semis est un facteur qui exerce une influence considérable sur les rendements céréaliers; or, un semoir

contenant des accumulations de vieux grains (en général infestés d'insectes) et des tubes obstrués par des amas durcis d'engrais entraîneront soit un retard du semis, soit une perte d'efficacité considérable de la machine.

Date de semis

Il importe de semer précocement les céréales en raison des conditions de maturation défavorables qui prévalent souvent au printemps.

Herbicides de postlevée

Dans la plupart des cas, le traitement des céréales aux herbicides de postlevée a lieu après tallage, afin de détruire les plantes adventices latifoliées. Ce traitement détruit généralement la part de la luzerne qui a germé. Cela est sans conséquence, dans la mesure où la luzerne se régénère l'année suivante à partir des réserves de graines dormantes.

3.2 Gestion du chaume des céréales

Après la moisson, le chaume des céréales est pâturé par les moutons. Ce pâturage peut être aussi intensif qu'on le désire, dans la mesure où les gousses de luzerne ont été enfouies dans la couche superficielle du sol lors de la préparation du lit de semence des céréales. Ces gousses sont ainsi à l'abri du broutage des moutons. Le pâturage du chaume non seulement nourrit les moutons, mais aussi facilite la germination de la luzerne à l'automne suivant. En effet, les lourds amas de chaume non pâturé gênent la germination.

L'été est une période propice à l'épandage d'engrais phosphaté destiné au pâturage de luzerne à venir. L'épandage s'effectue à la volée ou à l'aide d'un semoir en lignes. Il n'est pas nécessaire de cultiver le sol.

3.3 Régénération des pâturages de luzerne

Pour bien comprendre le processus de régénération des pâturages de luzerne, il convient d'examiner en détail ce qui advient durant chacune des quatre saisons succédant au pâturage estival du chaume.

3.3.1 Automne

Les graines de luzerne germent après les premières pluies d'automne. Il s'agit de graines produites durant la première année, qui comptaient un fort pourcentage de graines dormantes (plus de 95 pour cent pour la plupart des cultivars). Pendant le premier été, la dormance d'une partie des graines (30 à 40 pour cent, selon le cultivar et les températures estivales) s'interrompt; les graines qui germent alors sont détruites par les travaux nécessités par la culture des céréales. Pendant le deuxième été, la dormance du reste des graines s'interrompt à son tour et les graines germent durant le troisième automne (en comptant à partir du semis d'origine).

Pour comprendre la gestion d'un pâturage de luzerne, il est nécessaire de considérer les conditions du succès de cette régénération naturelle.

En Australie, l'expérience a démontré qu'une régénération réussie de la luzerne requiert une densité de germination de 500 à 1000 plants par mètre carré. Un pâturage d'une densité inférieure à 500 plants par mètre carré ne

produit pas assez d'azote au profit des céréales qui lui succèderont, ne concurrence pas suffisamment les mauvaises herbes et ne fournit pas assez de fourrage au bétail.

La grosseur des graines des divers cultivars de luzerne varie énormément, comme l'indique le tableau 7 de la section 2.1.7. Ainsi, pour obtenir une densité de 1000 plants par mètre carré, il faut 50 à 60 kg/ha de graines germées dans le cas du cultivar Jemalong, et seulement 30 à 40 kg dans le cas du cultivar Harbinger.

Pour obtenir ces taux de germination durant l'année consacrée au pâturage, il faut revenir en arrière et considérer les pertes encourues pendant la phase céréalière et la pâture estivale avant d'aboutir à la première année consacrée à la production grainière. Les pertes encourues pendant la phase céréalière dépendent de la quantité de graines germées, qui elle-même dépend du cultivar. Certains cultivars comptent une plus forte proportion de graines dormantes que d'autres. De façon empirique, on estime qu'environ la moitié des graines tombées sur le sol au début de la phase céréalière attendront l'année suivante, consacrée à la production herbagère, pour germer. Cela signifie qu'il faut 100 à 120 kg/ha de Jemalong au début de la phase céréalière pour obtenir le report des 50 à 60 kg/ha nécessaires à la régénération d'un pâturage de bonne qualité durant l'année suivante. Dans le cas de Harbinger, la quantité initiale n'est que de 60 à 80 kg/ha.



Résidus secs des gousses de luzerne et autres résidus de plantes à la surface du sol en été. Il s'agit là d'un excellent fourrage pour le bétail.

Les résidus secs et les gousses de luzerne constituent un excellent fourrage riche en protéines, que le bétail peut paître pendant l'été. Les moutons, en particulier, apprennent déjà à retirer les gousses du sol. Un mouton consomme en moyenne 100 g de graines sous forme de gousses par jour. Si certaines de ces graines ressortent intactes de l'animal, 98 pour cent sont digérées. Sur une période de dix jours, un mouton mange donc 1 kg de graines, dont 20 g seulement sont encore viables après incorporation aux fèces de l'animal. Cette quantité est négligeable et peut donc être ignorée dans la suite des calculs.

En remontant à la phase précédente, c'est-à-dire à l'année de production des graines par le pâturage de luzerne, on peut estimer le rendement en graines d'un bon pâturage à 300-400 kg/ha. De cette contribution initiale à la banque de semence, il convient de déduire les pertes suivantes:

200-300 kg/ha par suite de la pâture des résidus de luzerne pendant l'été;

50 kg/ha du reste des graines par germination pendant la phase céréalière.

Il reste donc 150 kg/ha de graines susceptibles de germer pendant la phase pastorale succédant à la culture des céréales.

Avec le temps, les agriculteurs apprennent à évaluer visuellement l'importance de la banque de semences. Il est toutefois nécessaire, au début, d'effectuer un comptage des graines produites, afin de s'assurer du bon fonctionnement du système dans son ensemble. A cet effet, il est possible d'employer un morceau de carton dans lequel on a au préalable découpé un trou circulaire de 11,28 cm de diamètre. Ce trou correspond à une aire d'échantillonnage d'un millionième d'hectare, ou d'un centième de mètre carré. Pour obtenir un échantillon convenable, il faut placer le carton en 20 endroits différents environ du pâturage et y compter les gousses ou les plants. On évitera les points d'abreuvage et les aires de stationnement des moutons, non représentatifs du pâturage dans son ensemble et susceptibles de fausser les résultats.

La grosseur des graines et leur nombre par gousse varient. Il convient toutefois de tenir compte du fait que cette grosseur et ce nombre sont inférieurs à la moyenne les années à printemps sec, et aussi lorsque d'autres plantes sont en forte compétition avec la luzerne. On s'inspirera du tableau suivant pour évaluer la production de graines et leur capacité de survie à divers stades de la rotation.

Tableau 12.

Conversion du nombre de gousses en kg/ha estimés (Higgs, 1981)

Cultivar de luzerne	Pour estimer l'importance de la banque de semences en kg/ha, multiplier le nombre moyen de gousses de luzerne recueillies dans une aire d'échantillonnage de 11,28 cm de diamètre par le facteur ci-dessous propre au cultivar considéré.
Harbinger	12
Jemalong	42
Paraponto	19
Paragosa et Sapo	15
Cyprus	31
Robinson	103
Tornafield	17

Compter le nombre de gousses présentes dans chaque aire d'échantillonnage et le noter. Après échantillonnage complet du pâturage (20 échantillons au minimum), additionner les nombres obtenus et diviser le total par le nombre d'échantillons. Multiplier ensuite par le facteur approprié du tableau 2 afin d'obtenir le rendement en graines maximal, en kg/ha.

Le tableau 13 présente un résumé des pratiques de gestion qui augmentent ou réduisent l'importance de la banque de semences dans le sol. En évaluant cette importance au moment de la production grainière et à intervalles réguliers pendant l'été, il est possible de surveiller la quantité de semences. Une gestion appropriée permettra alors de s'assurer de la survie d'un nombre suffisant de graines pour permettre la régénération d'un pâturage dense et productif.



Bonne quantité de gousses de luzerne à la fin de l'été (Tah, Syrie)

Tableau 13.

Gestion des banques de semences
(Chatterton, données non publiées)

A. Facteurs de gestion contrôlables

	Négatifs	Positifs
1.	Espèces et cultivars inadaptés au sol et au climat.	Espèces et cultivars adaptés au sol et au climat.
2.	Faible dose initiale de semis.	Dose de semis adéquate.
3.	Semis trop profond des graines de luzerne.	Semis à moins de 2 cm de profondeur.
4.	Engrais phosphaté inadéquat.	Engrais phosphaté adéquat.
5.	Culture du sol au printemps en vue d'une longue jachère estivale.	La luzerne a la possibilité de produire des graines au printemps.
6.	Surpâturage des gousses vertes au printemps.	Pâturage modéré au printemps.
7.	Surpâturage des gousses sèches en été.	Pâturage contrôlé des gousses en été.
8.	Labour profond en vue de la phase céréalière.	Culture à faible profondeur en vue de la phase céréalière.

B. Facteurs de gestion incontrôlables

1.	Fortes pluies estivales causant une germination prématurée de la luzerne.	Etés secs.
2.	Pluies automnales, hivernales et printanières inadéquates, compromettant la production grainière.	Pluies automnales, hivernales et printanières adéquates.

3.3.2 Hiver

Si la gestion de la banque de semences a été convenable, un pâturage dense de luzerne se régénère dans le chaume des céréales. Pour obtenir une production maximale de ce pâturage, il convient de bien comprendre les facteurs limitant la croissance des pâturages au Proche-Orient.



Un pâturage dense de luzerne se régénère à partir des graines dormantes dans le chaume de céréales pendant la période automnale (El Marj, Libye).

La croissance des pâturages existants qui poussent spontanément entre les céréales et sur les terres incultivables est limitée par les facteurs suivants:

- Faible densité des plants
- Faible teneur en azote du sol
- Faible teneur en phosphore du sol
- Jours courts en hiver et faible intensité d'éclairement
- Basses températures hivernales dans certaines régions

Un pâturage de luzerne convenablement implanté et géré a une densité de peuplement convenable et dispose de suffisamment d'azote et de phosphore. Les seuls facteurs limitant la croissance sont donc l'isolation et la température. Les basses températures arrêtent virtuellement la croissance hivernale dans la région des plateaux d'Afrique du Nord et dans une grande partie du nord de l'Iraq et de la Syrie. Dans les autres régions à hivers doux, il existe un potentiel de production fourragère hivernale considérable, pour peu que la gestion tire le meilleur parti possible de l'isolation durant cette saison. Cela peut consister à différer le pacage automnal, afin de permettre à la luzerne d'atteindre une hauteur de 6 à 8 cm, et à autoriser les animaux à paître durant l'hiver. Un pâturage de cette hauteur recouvre parfaitement le sol et est suffisamment dense pour intercepter la totalité du rayonnement solaire. La pâture à cette hauteur peut soulever quelque difficulté, dans la mesure où la production fourragère ne suffit pas toujours à satisfaire les besoins du bétail à cette période de l'année.

Il est possible d'éviter le surpâturage en restreignant le temps de pacage des troupeaux. En l'absence d'une telle restriction, les moutons broutent trop à ras. Outre le fait que le sol se dénude par endroits, le pâturage subsistant n'est alors plus assez dense pour intercepter tout le rayonnement solaire. Il en résulte une diminution de la production fourragère totale. Les plantes fourragères perdent de leur vigueur et reprennent plus lentement leur croissance au printemps, lorsque les jours rallongent et la température augmente.

Il importe également que la charge de bétail soit suffisante. Au cours des ans, la teneur en azote et en phosphore du sol augmente, et les graminées et les mauvaises herbes deviennent plus prolifiques. Ces espèces sont en général plus hautes que la luzerne, et leur ombrage compromet la croissance de cette dernière en l'absence de pacage ou si la charge de bétail est insuffisante.



Un pâturage abondant de luzerne d'un an fleurit en Tunisie. Le champ n'a pas été pâturé de tout l'hiver et la luzerne a environ 30 cm de haut. La production de graines pourrait être gravement réduite si le champ était fortement pâturé par les animaux à ce stade. Il aurait été préférable de faire pâturer modérément le champ pendant l'hiver et le printemps. Cela n'ayant pas été fait, il serait maintenant plus prudent de ne laisser les animaux paître que lorsque les gousses de graines sèches seront tombées sur le sol.

Idéalement, le bétail devrait commencer à paître au début de l'hiver. A cette période de l'année, les légumineuses annuelles sont couchées et la plupart des espèces adventices sont érigées, ce qui explique que la pâture hivernale constitue une bonne méthode de lutte contre les mauvaises herbes (ICARDA, 1984).

Quoiqu'il s'agisse là de la gestion optimale du pacage des pâturages de luzerne pendant les mois d'hiver, il faut savoir que les pâturages bien implantés sont robustes et qu'ils peuvent résister à une pâture plus intense et reprendre néanmoins leur croissance au printemps. En ce cas, il convient de ne pas oublier que la production hivernale est moindre et la reprise printanière plus lente.

3.3.3 Printemps

Une fois le pâturage implanté, la pâture printanière soulève généralement peu de problèmes. La luzerne pousse rapidement alors que la température augmente et que les jours rallongent. Les moutons qui ont brouté le pâturage en hiver constituent une charge facile à supporter au printemps. Il faut toutefois que la luzerne atteigne 6 à 8 cm de haut pour pouvoir fleurir et produire des graines.

Dans la mesure où le pacage est contrôlé, il n'est pas nécessaire de retirer les moutons pendant cette période. Le principal danger, tout comme pendant la phase d'implantation, réside dans l'afflux d'un grand nombre d'ovins provenant de la zone des steppes. L'éventuel surpâturage de ces moutons pendant la phase des gousses vertes entraîne la consommation de grandes quantités de graines de luzerne et donc une diminution de la production grainière ultérieure. Cette faible production affaiblit le système et compromet la régénération future du pâturage. Si le surpâturage printanier n'est qu'occasionnel, il est possible de gérer le pâturage de manière à reconstituer la banque de semences. Si par contre il est systématique, la banque de semences sera si compromise que le pâturage ne parviendra pas à se régénérer.

3.3.4 Eté

Les moutons peuvent être autorisés à paître les résidus secs et les gousses des graines pendant les mois d'été. Il faut toutefois surveiller la quantité de graines de luzerne présentes sur le sol et le rythme auquel les moutons les consomment. A cet effet, il est possible de procéder à un échantillonnage, comme cela a été mentionné précédemment (3.3.1).

3.4 Systèmes de pâture propres à la rotation luzerne/céréale

Jusqu'ici, nous avons supposé que le responsable de la gestion des pâturages exerçait en permanence un parfait contrôle sur le nombre d'animaux admis à pâturer, lui permettant de laisser la luzerne pousser jusqu'à une certaine hauteur et de préserver la banque de semences du surpâturage pendant l'été. En fait, il existe au Proche-Orient des traditions de pacage qui rendent ce type de gestion difficile.

3.4.1 Propriété du bétail

Trois groupes de population possèdent d'ordinaire du bétail:

- les nomades;
- les cultivateurs de céréales;
- les non-cultivateurs.

Les nomades possèdent de grands troupeaux qui ne viennent paître dans dans la zone des céréales qu'en été. Les cultivateurs de céréales possèdent parfois de petits troupeaux qui paissent sur les terres en jachère ou incultes et partagent les chaumes de céréales avec les troupeaux des nomades en été. Quelques non-cultivateurs possèdent de petits troupeaux de moutons et de chèvres, qui satisfont leurs besoins particuliers et paissent sur les terres en jachère ou incultes entourant les villages ou les villes. Ces troupeaux se nourrissent également des chaumes de céréales en été.

Au Proche-Orient, les droits de pâture traditionnellement observés dans la zone des céréales sont les suivants:

- Les céréales et les autres plantes cultivées ne sont pas pâturées. Il n'est pas nécessaire de les clôturer ou de les surveiller, car tous les propriétaires de troupeaux respectent le droit des cultivateurs de cultiver la terre et de faire pousser des plantes.

- Le droit de vaine pâture régit la consommation des chaumes de céréales. Une fois les récoltes enlevées, le chaume est pâturé par tous les troupeaux de moutons sans distinction, qu'ils appartiennent aux propriétaires des terres, aux autres cultivateurs de l'endroit ou aux propriétaires de troupeaux sans terres. A cela s'ajoute un afflux de troupeaux nomades en provenance des steppes ou du désert.

- La terre laissée à l'envahissement des mauvaises herbes après la culture de céréales, puis cultivée en vue d'une longue mise en jachère estivale relève aussi de la vaine pâture. Dans ces régions, la production fourragère est faible et les troupeaux nomades ne demeurent pas dans la zone des céréales en hiver pour y paître. Ils migrent plutôt dans la zone des steppes et dans le désert. Ces terres sont par conséquent pâturées par tous les troupeaux élevés localement.

- Les céréales mal venues sont vendues comme pâture et procurent souvent aux agriculteurs de plus gros revenus que les mêmes céréales moissonnées. Ce phénomène s'observe en Jordanie et en Libye.

Si le pâturage de luzerne est implanté en remplacement de l'une des céréales en cas de rotation continue de cultures céréalières, ou encore de la phase adventices-jachère de la rotation jachère/céréale, il est possible de le traiter comme une culture. Les propriétaires de troupeaux n'y font alors pas paître leur bétail, dans la mesure où le bétail de l'agriculteur lui-même n'y pâture pas. Ce statut de "culture" est encore renforcé lorsqu'on mêle quelques grains de céréales aux graines de luzerne; le pâturage a alors l'apparence d'un champ de céréales clairsemé. Au cours des années suivantes, lorsque le pâturage se régénère naturellement, il est considéré comme une vaine pâture, conformément aux traditions locales.

3.4.2 Problèmes liés à la vaine pâture

Un pâturage de luzerne utilisé comme vaine pâture peut dépérir pour les raisons suivantes:

Surpâturage. La vaine pâture entraîne un pacage intense et continu, du fait que chaque propriétaire de troupeau essaie d'obtenir le maximum de fourrage pour ses moutons à chacun de ses passages sur le terrain. Tout fourrage épargné est brouté par le troupeau suivant. Pendant l'hiver, la pâture est si intensive que les plantes ne réussissent pas à recouvrir le sol et à utiliser tout le rayonnement solaire. Si la pâture intensive se poursuit au printemps, la production de graines est médiocre et la banque de semences s'en trouve réduite d'autant, avec, comme résultat, un amoindrissement du pâturage hivernal au cours des années suivantes. Si le surpâturage se poursuit année après année, la banque de semences se réduit davantage à chaque cycle de rotation et le système périclite.

Pâturages négligés. Si le pâturage sert de vaine pâture, rien n'incite l'agriculteur à en prendre soin. En effet, tout épandage d'engrais phosphaté ou toute mesure de lutte contre les ravageurs profiterait à l'ensemble des propriétaires de troupeaux, et non seulement à celui qui les finance.

Pour lever cette difficulté, il est nécessaire de modifier les systèmes actuels de vaine pâture. Pour ce faire, il n'existe pas de méthode unique. Les possibilités de modification dépendent des accords et des arrangements locaux entre les propriétaires de la terre et les propriétaires du bétail, qui partagent les droits de pâture sur les terres cultivées. Il faut en outre l'accord de ceux qui exercent actuellement leurs droits traditionnels à la vaine pâture dans les steppes et autres parcours.

Dans la perspective d'une modification possible des systèmes en vigueur en vue de favoriser une meilleure gestion, il est indispensable d'avoir clairement à l'esprit trois aspects importants du présent système:

Régime foncier. Au Proche-Orient, posséder des terres cultivées signifie posséder des terres dans le but d'y cultiver des plantes. La terre est possédée à titre privé, par des coopératives ou par l'Etat, et la propriété est codifiée. D'autres personnes sont en mesure d'user de droits de pâture sur la terre lorsque celle-ci est inculte ou une fois la mousson effectuée.

Droits de pâture. Le propriétaire de la terre a des droits de pâture sur les pâturages qui y poussent, mais il n'est pas le seul. Pour priver les autres propriétaires de troupeaux de ces droits, il faut obtenir leur accord ou prendre des mesures d'exclusion forcée (surveillance, clôture, etc.). En effet, les droits de pâture ne sont pas codifiés et il n'existe aucun titre les garantissant. Dans de nombreuses régions, les personnes dépourvues de terres ont encore la possibilité de devenir propriétaires de troupeaux et d'exercer des droits de pâture sans en avertir aucune autorité. Alors que la clôture visant à empêcher l'exercice des droits de pâture traditionnels se généralise dans les exploitations agricoles d'Etat, elle reste souvent, en raison de son coût élevé, hors de portée des ressources dont disposent les agriculteurs privés, et notamment les petits exploitants.

Contrôle du pacage. Dans la région, ce sont les bergers qui exercent d'ordinaire un contrôle du pacage. Ce contrôle est d'ailleurs remarquablement précis, et ils peuvent faire paître leurs troupeaux au bord d'un champ de céréales sans endommager la culture. Lorsque les bergers font paître leurs animaux sur un pâturage de luzerne récemment implanté, c'est qu'ils exercent un droit traditionnel de pâture, et non qu'ils contrôlent mal leurs troupeaux.

3.4.3 Modèles pratiques de gestion du pacage

Les exemples pratiques de gestion du pacage qui suivent démontrent trois points importants:

- Les clôtures ne constituent pas un élément essentiel d'un système de gestion du pacage des pâturages de luzerne.

- Les troupeaux nomades causent peu de difficultés s'ils ne pâturent que les chaumes de céréales.

- Tout changement des droits de pâture traditionnels doit recevoir l'approbation de la communauté.

Australie

Régime foncier. Dans la zone des céréales, la terre est presque entièrement possédée et occupée à titre privé. Les exploitations, de caractère familial, emploient peu de main-d'oeuvre extérieure à la famille.

Droits de pâture. Les droits de pâture sont associés à la propriété des terres. Cette combinaison est bien antérieure à l'implantation des pâturages de luzerne ou à la pose de clôtures. L'agriculteur a entière liberté d'augmenter ou de réduire le nombre d'animaux en pâture. En l'absence de troupeaux nomades, les chaumes sont mal pâturés et l'excédent de paille compromet parfois la régénération des pâturages.

Contrôle du pacage. Les déplacements du bétail sont limités par des clôtures. Les animaux restent jour et nuit dans les zones de pâture, sans surveillance. Les clôtures ont été introduites dans les années 1850 en raison du coût élevé de l'emploi de bergers. Le pacage permanent des moutons fait que le pâturage bénéficie en retour d'un bon apport d'éléments nutritifs sous forme de fumier. Dans la mesure où les moutons choisissent eux-mêmes leurs aliments, ils préfèrent les résidus de luzerne secs au chaume des céréales.

Djébel Al Akhdar, Libye

Régime foncier. Un programme de réforme agraire et de bonification des terres a conduit à l'établissement d'environ deux mille exploitations privées d'une superficie variant de 50 à 80 hectares.

Droits de pâture. L'ensemble des droits de pâture, y compris ceux concernant les chaumes de céréales, ont été attribués aux nouveaux exploitants. Quoiqu'une clôture ait été posée autour de chaque exploitation, l'exclusion des autres troupeaux a parfois résulté d'un accord. Chaque exploitant est en mesure de déterminer le nombre de moutons autorisés à paître à un moment donné et garde en outre le droit de faire paître son bétail sur le bord des routes, les terres incultes du djébel et les steppes.

Contrôle du pacage. Les exploitations sont destinées à la production céréalière et fourragère. Les moutons paissent sur les pâturages de luzerne et sont surveillés par des bergers par suite du manque de clôtures de subdivision. Le bétail est ramené chaque soir dans la cour de ferme. La participation de la main-d'oeuvre agricole à d'autres tâches fait que parfois les moutons paissent seulement pendant de courtes périodes durant le jour. Cela signifie que le pâturage est privé d'une quantité considérable de fumier.

Djandoba. Plaines de la Djeffara

Régime foncier. La rotation luzerne/céréale a été mise en pratique dans de grandes exploitations agricoles d'Etat (de plus de 2000 ha).

Droits de pâture. Quoique les droits de pâture aient été attribués aux exploitations agricoles d'Etat, la communauté n'a pas totalement accepté cette décision et il est nécessaire de surveiller les clôtures pour empêcher le pacage illégal.

Contrôle du pacage. Des bergers sont employés pour garder les moutons qui appartiennent à l'Etat. Comme ils se consacrent entièrement à cette tâche, les animaux peuvent paître sans interruption pendant toute la journée.

Algérie et Tunisie

Régime foncier. La zone des céréales consiste presque entièrement en grandes (plus de 400 ha) exploitations agricoles coopératives ou d'Etat. Il y a aussi quelques exploitations privées, plus petites.

Droits de pâture. Les droits de pâture traditionnels n'ont pas connu de changement formel. En pratique, les grandes exploitations agricoles coopératives sont pâturées durant toute l'année par leurs propres troupeaux de moutons, d'un effectif limité, et les troupeaux nomades se joignent à eux pour la pâture des chaumes de céréales en été. Les coopératives qui ont remplacé la phase de jachère de leur rotation par une phase de pâturage ont pu augmenter l'effectif de leurs propres troupeaux de moutons. Ces derniers paissent la luzerne verte et les résidus secs. La pâture des troupeaux nomades est limitée par accord au pacage traditionnel du chaume de céréales. Les propriétaires de ces troupeaux paient par ailleurs un droit d'accès aux agriculteurs.

Contrôle du pacage. Il n'y a pas de clôtures et tous les troupeaux sont gardés par des bergers, d'ordinaire employés à temps complet.

Jordanie

Régime foncier. Dans la zone des céréales, la terre est possédée à titre privé et morcelée en petites exploitations qui sont elles-mêmes fréquemment partagées en parcelles plus petites. De nombreux agriculteurs ont d'autres activités et peu vivent sur leurs terres.

Droits de pâture. Toute terre qui n'est pas cultivée est pâturée par les troupeaux locaux pendant toute l'année et par les troupeaux nomades pendant l'été. Dans certaines exploitations, des pâturages de luzerne ont été implantés sous un léger peuplement de céréales. Cela confère aux pâturages un statut de cultures. La luzerne est pâturée par les animaux du propriétaire ou vendue aux autres propriétaires de troupeaux, d'ordinaire sous une forme sèche. Cela ne constitue pas une méthode de gestion idéale du pacage car l'absence de pacage durant la période de végétation permet souvent aux mauvaises herbes d'envahir le pâturage. Une fois la luzerne sèche pâturée, le pâturage est encore occupé par d'autres troupeaux et il existe un réel danger de surpâturage des gousses sèches. En une occasion, un agriculteur menacé par ce danger a légèrement cultivé le sol parsemé de ces gousses, ce qui a eu pour effet de remuer la terre et de lui restituer le statut de zone cultivée. Cela mit effectivement un terme aux incursions des troupeaux et permit au cultivateur de contrôler la gestion de son pâturage de luzerne. Les céréales mal venues sont vendues comme pâture aux propriétaires de bétail.

Contrôle du pacage. Les troupeaux sont gardés par des bergers. Les clôtures sont rares et la faible superficie de la plupart des exploitations rend cette solution impraticable.

Syrie

Les conditions sont semblables à celles qui caractérisent la Jordanie. Les exploitations agricoles sont petites. Les troupeaux sédentaires, gardés par des bergers, partagent les chaumes de céréales avec les troupeaux nomades en été et paissent sur les pâturages spontanés sur jachère et les terres incultes pendant le reste de l'année.

Le village de Tah, dans le nord de la Syrie, fournit un exemple pratique d'intégration des pâturages de luzerne dans un système d'exploitation de la zone des céréales. La luzerne spontanée a servi à implanter des pâturages dans six petits champs. Chaque zone de pâturage appartient à un agriculteur indépendant. Le champ observé se trouvait sur un terrain de qualité médiocre, un peu plus accidenté que les terrains avoisinants. Le pâturage, quoique non clôturé, était apparemment respecté par les autres agriculteurs. Les effectifs des troupeaux de moutons ont considérablement augmenté à la suite de l'exploitation de la luzerne.

3.5 Pâturages de luzerne dans les zones marginales

Dans les zones marginales et la zone des steppes, il existe un certain nombre de milieux différents où il tombe moins de 200 mm d'eau. Elles appartiennent en gros à trois catégories:

- Les lits d'oueds inondables
- Les zones de cultures céréalières marginales
- Les terres incultes

3.5.1 Les lits d'oueds inondables

Dans la zone des steppes, il est possible d'implanter des pâturages de luzerne dans les lits des oueds en utilisant les précipitations qui accompagnent les deux ou trois inondations hivernales. La précipitation effective disponible est souvent supérieure à celle dont bénéficie la zone des céréales, pourtant plus fertile. Il s'est avéré judicieux de l'utiliser non pas pour une rotation luzerne/céréale, mais pour l'implantation de pâturages permanents de luzerne. Il arrive souvent que la luzerne soit coupée pour le foin.

La gestion de la banque de semences d'un pâturage implanté dans un lit d'oued est relativement simple. Il n'y a pas de culture céréalière pour interrompre la production annuelle de graines de luzerne. La principale exigence consiste à produire une quantité convenable de graines durant la première année, puis à s'assurer qu'une proportion adéquate survit à la période de pacage estival pour germer à l'automne de la deuxième année. Environ 20 à 40 pour cent des graines dormantes interrompent leur dormance pendant l'été.

Au cours des années suivantes, la gestion de la banque de semences est facilitée dans la mesure où la germination est assurée par des graines produites l'année précédente et aussi par des graines produites deux ans auparavant. Dès la troisième année, il y a suffisamment de semences en banque, et donc assez de graines dormantes en réserve, pour assurer la régénération au cours de l'année suivante, et cela même si les inondations font défaut, la production de foin est mal gérée et le pâturage échoue à produire des quantités satisfaisantes de graines. L'année suivante, la priorité consistera à reconstituer des réserves de graines en adoptant une politique de pacage prudente.

3.5.2 Zones de cultures céréalières marginales

La culture des céréales est pratiquée dans les zones de steppe disposant des meilleurs sols. Par suite de l'épuisement de la fertilité naturelle de la terre, les rendements ont chuté et, dans la plupart des cas, les céréales ne sont maintenant plus moissonnées pour leurs grains. Elles servent alors de fourrage au bétail des agriculteurs ou sont vendues comme fourrage aux propriétaires de troupeaux nomades. Il s'ensuit que la culture céréalière est devenue dans une certaine mesure une méthode d'appropriation des terres traditionnellement réservées à la vaine pâture.

Il est possible d'implanter des pâturages de luzerne dans le cadre de ce système de cultures céréalières. L'idéal consiste à remplacer la culture céréalière par un pâturage permanent de luzerne. Comme nous l'avons indiqué précédemment, relativement peu de graines germent la deuxième année lorsque la dormance propre au cultivar de luzerne est élevée. Il importe bien entendu de s'assurer pendant le premier été que le report est suffisant. Durant les années suivantes, la germination est assurée par des graines de l'année précédente et par d'autres produites deux ans auparavant.

Dans les régions très sèches, où deux années de sécheresse consécutives ne sont pas rares, les pâturages de luzerne peuvent encore se régénérer à partir de la faible proportion de graines (d'ordinaire moins de 10 pour cent) qui ne mettent un terme à leur dormance qu'au bout de trois étés. Ainsi, si le pâturage échoue à produire des graines pendant deux années consécutives, une petite germination se produira néanmoins l'année suivante. Une gestion judicieuse permettra alors de reconstituer un pâturage productif, doté d'une banque de semences adéquate. Pour ce qui est de la zone des steppes, il convient de réduire les facteurs permettant d'évaluer la banque de semences, indiqués à la section 3.3.1. La production grainière moyenne est beaucoup plus faible et la densité des plants moins forte.

En pratique, il n'est pas toujours possible d'implanter des pâturages permanents de luzerne. En effet, dès que la culture cesse, tous les propriétaires de troupeaux recommencent à exercer leurs droits de pâture, et la combinaison luzerne/céréale constitue parfois la seule méthode d'amélioration possible des pâturages. En ce cas, la céréale sert uniquement à classer le pâturage dans la catégorie des cultures. La première année, le pâturage de luzerne sera implanté avec une faible dose de céréale servant de "couverture" contre la vaine pâture. Les années suivantes, la céréale sera d'ordinaire semée à sec de manière à germer au moment de la régénération naturelle de la luzerne, à l'automne. Le semis de céréales dans les pâturages de luzerne accentue le processus d'érosion qui résulte actuellement de la production céréalière dans les zones marginales et contribue peu à la production fourragère globale. L'implantation de pâturages de luzerne limite toutefois les dégâts et la culture céréalière peut être simplement considérée comme une stratégie de transition, adoptée en attendant la mise en oeuvre d'un système de pacage convenable.

Dans ces circonstances, la préservation de la banque de semences soulève peu de difficultés, pour peu que:

- la céréale soit semée à sec. Semée après les pluies d'automne, elle détruirait les jeunes plants de luzerne.

- le pâturage mixte de luzerne et de céréale soit pâturé sous contrôle par les propres moutons de l'agriculteur durant toute la période de végétation ou qu'il soit vendu aux propriétaires de troupeaux nomades et pâturé après dessèchement et chute des gousses sur le sol. Si le pacage a lieu alors que les gousses sont encore vertes, la plupart seront mangées par les moutons. Cela aura pour effet d'appauvrir la banque de semences, et le pâturage deviendra de plus en plus clairsemé au fil des années.

- la texture du sol soit telle qu'une forte proportion de gousses, enfouies dans la terre sous l'effet du piétinement des moutons, soient ainsi protégées du surpâturage.

3.5.3 Terres incultes

Les terres incultes consistent dans les vastes étendues de steppe où les pluies sont trop rares pour permettre la croissance des céréales. Elles sont actuellement soumises à un pacage intensif et fournissent une démonstration saisissante des effets de la destruction de la banque de semences des espèces annuelles par le surpâturage. La destruction a frappé l'éventail complet des luzernes annuelles, des graminées annuelles et des autres espèces latifoliées, à un point tel que le terrain est maintenant presque entièrement dénudé pendant toute l'année. Dans ces régions, on utilise actuellement les luzernes pour réimplanter des pâturages annuels denses qui, bien gérés, reconstitueront une banque de semences suffisante pour les années à venir. Les techniques d'implantation sont décrites à la section 2.5.

Pour assurer une gestion convenable des pâturages, il importe de limiter le nombre des animaux autorisés à paître au printemps, afin de préserver la production grainière. Cette zone est sujette à de fréquentes sécheresses, et il arrive certaines années que les pâturages ne réussissent pas à produire des graines. Une gestion convenable, avec une bonne réserve de graines dormantes en banque, permet généralement au pâturage de se régénérer avec vigueur l'année suivante. Même si la sécheresse se poursuit pendant deux périodes de pluies hivernales, il y aura encore assez de graines dormantes pour assurer la régénération l'année suivante. La banque de semences, même gravement amputée, sera en mesure de se reconstituer entièrement en une année, pourvu que la charge des pâturages ne soit pas trop importante au printemps, période de production des graines.

4. Comparaison de la rotation luzerne/céréale et des systèmes existants

Une simple comparaison avec les systèmes d'exploitation actuellement en vigueur au Proche-Orient met en relief les avantages de la rotation luzerne/céréale. A cet effet, nous avons utilisé uniquement les données relatives à la production céréalière et animale dans une région donnée et à la somme de travail nécessaire pour réaliser cette production. La mesure de la productivité a été préférée à l'analyse des coûts et des avantages effectifs, car ceux-ci varient d'un pays et d'une année à l'autre.

Aux fins de la comparaison, nous avons utilisé trois systèmes d'exploitation courants:

- La culture céréalière continue
- La rotation jachère/céréale
- La rotation légumineuses à grains ou fourragères/céréale

4.1 Comparaison avec la culture céréalière continue

Dans la culture céréalière continue, les céréales sont cultivées chaque année sur l'ensemble des terres. Les chaumes sont pâturés durant l'été par les troupeaux nomades. Si le propriétaire des terres possède du bétail, la survie de ce dernier est assurée en hiver par des aliments concentrés ou par les maigres ressources des pâturages du désert ou des steppes. Les céréales mal venues sont vendues aux propriétaires de troupeaux.

Jusqu'à une époque assez récente, la culture céréalière dans le nord de l'Iraq consistait en une rotation blé/jachère. Dans le but d'accroître la production céréalière, le blé est maintenant cultivé en certains endroits de manière continue, avec apport d'engrais azotés. Alors que le système traditionnel procure des rendements variant de 500 à 1000 kg/ha selon la précipitation, la culture continue a entraîné une chute des rendements, qui n'ont pu être maintenus qu'au prix d'apports considérables d'engrais azotés.

Une expérience réalisée à Erbil illustre la différence des rendements de blé obtenus après culture continue et après implantation d'un pâturage de luzerne durant une unique année, pour divers apports d'engrais azotés. Les résultats apparaissent à la figure 9.

L'expérience révèle une augmentation de 0,8 à 1,0 t/ha du rendement de blé après implantation de luzerne, et ce pour toutes les doses d'engrais azoté. Il ne fait aucun doute que l'effet du pâturage de luzerne est plus important que celui d'un simple apport d'azote, car les deux courbes de réponse ne se recoupent pas. Il est probable que l'interruption de la culture céréalière continue a eu pour effet de mettre un frein aux maladies des céréales et d'améliorer la structure du sol.

Sur le même site de Erbil, d'autres essais ont permis d'évaluer les rendements des pâturages de luzerne à 4000-4300 kg/ha.

Les données du tableau 14 sont fondées sur des rendements locaux. Dans le cas d'une culture continue, la production moyenne est inférieure à 1 t/ha. Dans le cas du système mixte luzerne/blé, les données sont fondées sur une amélioration démontrée de 1 t/ha du rendement, pour une dose d'engrais azoté identique.

Tableau 14.

Comparaison de la production annuelle de deux systèmes d'exploitation fondée sur les résultats du projet Erbil, extrapolés à 100 ha

1. Blé continu -- 100 ha
   Production de grain -- 100 t
   Production de paille -- 100 t

2. Luzerne/blé (50 ha de luzerne et 50 ha de blé)
   Blé (50 ha)
   Production de grain -- 100 t
   Production de paille -- 100 t
   Luzerne (50 ha)
   Production fourragère -- 200 t

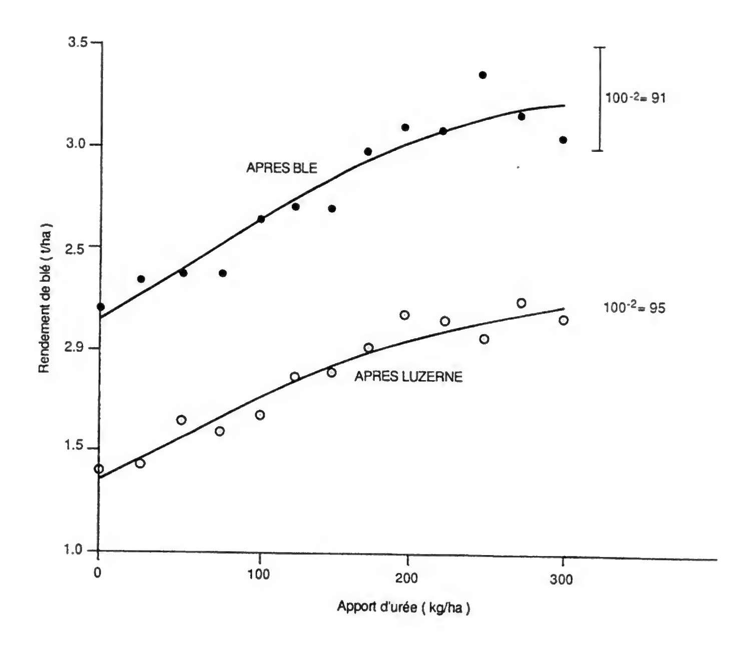


Figure 9. Incidence de l'épandage d'urée sur le rendement du blé semé à la suite d'un pâturage de luzerne et à la suite de blé. Les courbes ont été calculées par régression parabolique et rendent compte de 91 pour cent (significatif à P = 0,001) après luzerne et de 95 pour cent (P = 0,001) après blé. Le segment représente la différence la moins significative (P = 0,05) entre deux points quelconques d'une de ces courbes (APDP, 1982).

Comme le projet ne prévoyait pas la conversion de la production fourragère en production animale, il est impossible d'effectuer une comparaison économique complète de la culture céréalière continue et du système luzerne/blé. Il est par contre possible, en utilisant les résultats du projet, de comparer dans une certaine mesure les coûts des entrées propres aux deux systèmes.

Engrais azoté

Les expériences ont montré que le rendement augmentait de 0,8 à 1,0 tonne après implantation de luzerne, indépendamment de la dose d'engrais azoté épandue. Comme seulement la moitié des terres sont emblavées dans le système luzerne/blé, l'apport d'engrais azoté est donc réduit de moitié, quelle que soit la dose choisie.

Engrais phosphatés

D'autres expériences ont révélé que la teneur en phosphate du sol était extrêmement faible et qu'il était possible d'augmenter substantiellement la production de blé en épandant des engrais phosphatés. Il importe que ces engrais soient épandus sur les pâturages de luzerne comme sur les cultures céréalières. Selon la dose choisie, il se peut que le coût global de l'engrais phosphaté ainsi épandu soit supérieur aux coûts actuels propres à la culture céréalière continue.

Semis de la céréale

A Erbil, la méthode traditionnelle de semis consiste à préparer un lit de semence sec avant les pluies d'automne. D'ordinaire, on passe d'abord la charrue à grand versoir, puis on herse, on sème les grains à la volée et on les enfouit dans la terre au moyen d'un second hersage. La méthode australienne, quant à elle, consiste à cultiver à faible profondeur après les premières pluies, puis à semer la céréale et à épandre l'engrais simultanément à l'aide d'un semoir en lignes, à une profondeur uniforme d'environ 6 cm.

La figure 10 présente les résultats d'une expérience destinée à comparer les deux méthodes. On peut constater que le semis de la céréale à une profondeur de 6 cm permet la levée d'environ quatre fois plus de pousses que la méthode traditionnelle. Les doses de semis locales atteignent approximativement 120 kg/ha. Sans trop s'avancer, on peut déduire de ces résultats qu'une culture peu profonde après les premières pluies et un semis en lignes permettent de réduire la densité de semis à 60 kg/ha, dose semblable à celle utilisée en Australie. Ces densités de semis propres à la culture céréalière continue et à la rotation luzerne/céréale apparaissent au tableau 15 (les valeurs sont extrapolées à 100 ha pour chaque traitement).

Tableau 15.

Quantités de grains de céréales nécessitées par la culture continue de blé et la rotation luzerne/céréale

Blé continu (méthode de semis traditionnelle)	100 ha à raison de 120 kg/ha -- 12 t
Luzerne/blé	50 ha à raison de 60 kg/ha -- 3 t

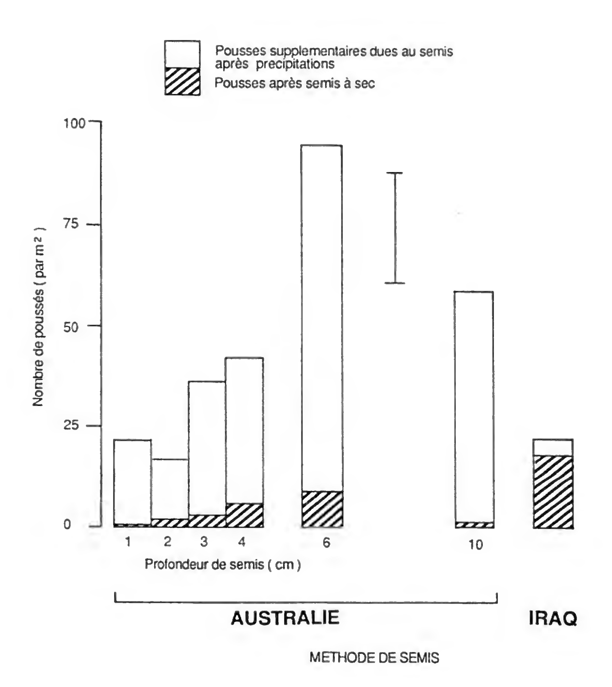


Figure 10. Nombre de pousses de blé ayant levé après semis à diverses profondeurs avant ou après les premières pluies d'automne, selon les méthodes australienne et iraquienne. Le segment représente la différence la moins significative (P = 0,05) entre n'importe lesquels de ces deux traitements (APDP, 1982).

En fait, l'incidence sur les frais d'exploitation est plus grande que ne l'indiquent les chiffres ci-dessus. Il est en effet raisonnable d'évaluer le coût des semences de céréale après nettoyage et traitement aux fongicides au double de la valeur des grains au sortir de la moissonneuse. Si l'on applique cette évaluation aux deux systèmes, on obtient les chiffres suivants:

Tableau 16.

Comparaison du coût des semences dans le cas du système traditionnel de culture céréalière continue et dans celui de la rotation luzerne/céréale

Blé continu	Production de grain: 100 t moins le coût des semences, équivalent aux recettes procurées par 24 t; reste 76 t.
Luzerne/blé	Production de grain: 100 t moins le coût des semences, équivalent aux recettes procurées par 6 t; reste 94 t.

Semences de luzerne

Pour que l'implantation des pâturages de luzerne réussisse, il convient de semer 10 à 15 kg/ha de graines au début de la période de végétation à l'aide d'un semoir en lignes. Après cet ensemencement initial, une gestion convenable devrait permettre la régénération indéfinie du pâturage tous les deux ans. En pratique, le succès de l'implantation n'est pas toujours assuré et la gestion ultérieure pas toujours correcte. A ce stade, il est difficile de prévoir avec certitude la durée de vie des pâturages de luzerne dans la région. Il est nécessaire d'étaler le coût des graines de luzerne sur un certain nombre d'années, sans qu'il soit toutefois possible de préciser ce nombre pour les besoins du présent exercice.

Culture du sol et autres frais culturaux

Il est évident qu'avec la moitié seulement des terres emblavées, les coûts sont considérablement réduits, et notamment les frais de traitement aux herbicides et les frais de récolte. En fait, l'épargne réalisée est supérieure à la simple épargne résultant de la diminution de la superficie cultivée et de l'augmentation des rendements, dans la mesure où la méthode traditionnelle de préparation du lit de semence est particulièrement onéreuse. Le labour profond avec une charrue à versoir, notamment lorsque le sol est sec, est lent et requiert une énergie considérable. Cela a pour effet d'augmenter les coûts de main-d'oeuvre et les dépenses de carburant. Les lits de semence préparés à sec contiennent en général de grosses mottes qui ne seront convenablement fragmentées qu'au terme d'une culture prolongée. Les agriculteurs pratiquant le labour profond font en fait face à un dilemme. S'ils labourent après la pluie, l'ensemencement est retardé du fait de la lenteur de l'opération, et ce retard a souvent un effet préjudiciable sur les rendements.

Par ailleurs, le labour profond avec des charrues à versoir laisse la terre dans un état de grande irrégularité. Ainsi, à Erbil, on a constaté des dénivellations de 30 cm entre les points hauts et les points bas. Il est

impossible de semer les céréales à une profondeur constante sur un lit de semence aussi accidenté, et la germination irrégulière qui en résulte entraîne une baisse des rendements. Cette inégalité du terrain rend en outre difficiles les activités suivantes, telles que le traitement aux herbicides et la récolte.

La culture à faible profondeur, particulièrement avec des outils à dents, permet d'économiser main-d'oeuvre et carburant. Elle est rapide et peut donc être entreprise après les premières pluies automnales, sans que le semis en soit retardé. Enfin, elle laisse un lit de semence nivelé pour la suite des opérations (APDP, 1982).

La région du djébel Al Akhdar, en Libye, fournit l'occasion de comparer les deux systèmes dans des exploitations réelles à vocation commerciale. Cette région a été réaménagée et colonisée durant les années 70. Dans la zone de El Marj, les exploitations ont d'ordinaire une superficie de 80 ha, dont 10 ha consacrés à la vigne ou aux arbres fruitiers et le reste, soit 70 ha, servant à la production céréalière et animale. Le système d'exploitation traditionnel consistait dans la culture continue du blé ou de l'orge sur les terres arables. Les moutons étaient conduits sur les collines incultes du djébel Al Akhdar et la steppe pendant l'hiver et pâturaient les chaumes de céréales en compagnie des troupeaux nomades pendant l'été. La rotation luzerne/céréale fut introduite dans ces exploitations en 1974. Les données suivantes sont le fruit d'une comparaison des deux systèmes, réalisées en 1979.

Superficie de l'exploitation:	80 ha
Superficie disponible pour les cultures céréalières et les pâturages de luzerne:	70 ha
Système traditionnel:	70 ha de blé, avec un rendement moyen de 0,8 t/ha, pour une production totale de 56 tonnes.

Un troupeau de 50 brebis en moyenne pâturait le bord des routes, les collines et la steppe pendant l'hiver, et le chaume des céréales pendant l'été. En raison de la faible proportion des agnelages (60 pour cent), la production du troupeau se limitait à 30 agneaux par an en moyenne et à 100 kg de laine.

Système luzerne/céréale:	35 ha de blé, avec un rendement moyen de 1,8 t/ha, pour une production totale de 63 tonnes.

Un troupeau de 105 brebis en moyenne pâturait les chaumes et les pâturages de l'exploitation pendant toute l'année. Par suite de l'amélioration de la nutrition, la proportion des agnelages est passée à 70 pour cent, pour une production de 74 agneaux et de 210 kg de laine.

Dix hectares étaient utilisés pour la production de foin de luzerne avec un rendement moyen de 2 t/ha, soit 20 tonnes pour l'exploitation dans son ensemble. Environ la moitié du foin servait à l'alimentation des propres animaux de l'agriculteur et l'autre moitié était vendue. En 1979, les revenus en dinars libyens procurés par les deux systèmes étaient les suivants:

	Luzerne/céréale	Traditionnel
Blé	6 300 DL	5 600 DL
Ovins	3 187 DL	1 295 DL
Foin (vendu)	738 DL	néant
Total par exploitation	10 225 DL	6 895 DL

Les coûts des deux systèmes ont fait aussi l'objet d'une comparaison. Le coût de la production de blé dans le système luzerne/céréale était plus élevé par hectare, mais moins élevé par exploitation que le coût propre au système traditionnel. Dans le système luzerne/céréale, les moindres frais entraînés par la culture du sol à faible profondeur étaient en partie compensés par l'utilisation d'une plus grande quantité d'herbicides et d'engrais. En ce qui concerne les céréales, les coûts de production ont été estimés à 58 DL/ha ou 2 030 DL par exploitation dans le cas du système luzerne/céréale, et à 36 DL/ha ou 2 520 DL par exploitation dans le cas du système traditionnel.

Les coûts par tête de bétail de la production ovine ne différaient pas, à l'exception des frais d'implantation du pâturage de luzerne dans le cas du système luzerne/céréale. Ces frais ont été calculés à partir du coût de la préparation du lit de semence, du coût des graines de luzerne, semées à raison de 10 kg/ha, et du coût de l'épandage de 100 kg/ha de superphosphate; ils s'élevaient à 19,5 DL/ha. Il est difficile, connaissant ces frais, d'en évaluer la part correspondant au coût annuel. Aux fins de la comparaison, on a supposé que 20 pour cent du pâturage de luzerne ne réussissait pas à s'implanter et nécessitait donc un réensemencement, et qu'une fois implanté, un pâturage durait en moyenne 12 ans avant qu'il soit nécessaire de le rénover et de le réensemencer. Ces deux suppositions, malgré leur caractère pour le moment spéculatif, permettent de fixer le coût annuel du pâturage de luzerne à 5,5 DL/ha.

En prenant les coûts en considération, les revenus nets s'établissent comme suit (Prance, 1979):

	Luzerne/céréale	Traditionnel
Par exploitation	7 372 DL	4 050 DL
Par hectare	104 DL	58 DL

4.2 Comparaison avec le système jachère/céréale

Dans ce système, les céréales sont cultivées une année sur deux, les terres étant vouées durant l'autre année à l'implantation d'un pâturage spontané. Au printemps, la terre est cultivée en prévision d'une longue jachère estivale. Sur une période de plusieurs années, la mise en jachère a pour effet de réduire la production grainière du pâturage spontané et de compromettre sa régénération. De plus, en hiver, la plus grande partie du sol est dénudée et la production fourragère est extrêmement faible. Un nombre restreint de moutons sont en mesure de subsister sur les terres emblavées en hiver et au printemps, et il est alors nécessaire de recourir aux aliments concentrés ou aux pâturages des steppes. Les chaumes de céréales sont en général partagés avec les troupeaux nomades, et sont parfois vendus.

Il existe dans le monde entier de nombreux systèmes incluant la mise en jachère; le système utilisé au Proche-Orient et en Australie avant les années 40 possédait les caractéristiques suivantes:

Première année.

Automne	Pâturage spontané de plantes adventices et de graminées germant après les premières pluies.
Hiver	Pâturage clairsemé, pâturé par les ovins.
Printemps	Culture de la terre, à une profondeur de 30 cm au moyen d'une charrue à grands disques ou à versoir, avant que le pâturage produise des graines ou que le sol se dessèche.
Eté	Jachère dénudée, parfois cultivée de nouveau afin de détruire les mauvaises herbes estivales.

Deuxième année.

Automne	Culture de la jachère en vue de la préparation du lit de semence et semis des céréales après les premières pluies.
Hiver et printemps	Croissance des céréales
Eté	Pâturage du chaume après récolte.

Troisième année.

Voir première année.

Il importe de bien comprendre le fonctionnement du système jachère/céréale, car les résultats expérimentaux ont parfois donné lieu à des interprétations apparemment contradictoires.

A ses débuts, le système présente un certain nombre d'avantages. La culture de la terre au printemps, avant que les adventices et les graminées annuelles aient produit leurs graines, réduit considérablement la densité des graines dans le sol et, associée à une autre culture du sol à l'automne, permet de protéger les céréales de l'envahissement des mauvaises herbes. Par ailleurs, la culture effectuée au printemps amorce le processus de fragmentation des matières organiques dans le sol. Cette fragmentation libère de l'azote dont les céréales bénéficieront l'automne suivant.

La culture printanière permet à l'agriculteur de répartir le travail de préparation du sol entre le printemps et l'automne, et donc de semer les céréales précocement. Le semis précoce, moyennant une lutte efficace contre les mauvaises herbes, constitue une importante méthode d'amélioration des rendements au Proche-Orient. Certains prétendent enfin que la culture printanière du sol, suivie par le dépôt d'une litière de poussière en été,

permet de conserver une certaine humidité de l'hiver à l'automne suivant. Ce point sera examiné plus en détail dans la suite du texte, mais il ne fait aucun doute que, dans certains types de sols et dans certaines conditions de pluviosité, l'humidité peut être préservée.



Lorsque la terre a été travaillée au printemps en vue de la longue jachère d'été comme ici en Jordanie, les moutons ne trouvent pratiquement rien à pâturer avant de pouvoir consommer les chaumes.

Au bout d'un certain nombre d'années, l'efficacité du système jachère/céréale en matière de destruction des mauvaises herbes et d'accélération de la fragmentation des matières organiques entraîne une baisse de la production. La culture printanière et automnale du sol, tout en détruisant les mauvaises herbes, réduit considérablement le couvert fourrager durant l'année en jachère. La production animale est faible, les matières organiques à fragmenter se raréfient et il y a de moins en moins d'azote mobilisé au profit de la culture céréalière qui suit. Les fréquentes cultures du sol hâtent la destruction des matières organiques qu'il contient, détériorent sa structure et favorisent l'érosion.

L'expérience prolongée sur les rotations, entreprise au Waite Agricultural Research Institute, en Australie méridionale (Norton et Britza, 1982), illustre bien les effets à court et à long terme du système jachère/céréale.

De 1925 à 1951:

- la rotation jachère/céréale a produit en moyenne 2 300 kg/ha de blé,
- la culture continue des céréales, 894 kg/ha, et
- la rotation pois/blé, 1 668 kg/ha.

De 1952 à 1983:

- la rotation jachère/céréale a produit en moyenne 1 403 kg/ha de blé,
- la culture continue des céréales, 692 kg/ha, et
- la rotation pois/blé, 1 421 kg/ha.

Cette expérience fournit un contexte utile en vue de la comparaison des systèmes jachère/céréale et luzerne/céréale. Durant la phase initiale, les rendements procurés par le système jachère/céréale sont égaux ou même supérieurs à ceux obtenus grâce au système luzerne/céréale. Toutefois, à mesure que le système jachère/céréale s'abîme dans la spirale du ralentissement de la production fourragère, de la raréfaction des matières organiques et de la diminution de la fertilité, les différences s'accentuent. L'expérience de Waite montre aussi qu'il faut parfois 25 ans pour que le système jachère/céréale parvienne au terme de l'épuisement.

Certains essais réalisés en Tunisie et destinés à comparer les rotations de luzerne avec la jachère ont fait intervenir les engrais azotés. Les résultats apparaissent au tableau 17.

Tableau 17.

Incidence de l'implantation de pâturages de luzerne sur les cultures de blé subséquentes de 1973 à 1974
(Bakhtri, 1979)

Région	kg/ha azote	Luzerne/blé		Jachère/blé	
		Nbre de cultures	Rendement (kg/ha)	Nbre de cultures	Rendement (kg/ha)
Tunis	66	3	1 400	4	1 200
Fahs	33	4	1 000	5	900
Fahs	50	3	3 200	5	2 600
Gaafour	33	3	1 700	5	1 600
Gaafour	33	2	2 100	4	2 100
El-Aroussa	36	4	2 200	5	2 200

Dans la plupart des cas, la rotation luzerne/blé procure de meilleurs rendements que la rotation jachère/blé; dans le reste des cas, les rendements obtenus sont identiques. Des résultats variables peuvent s'expliquer par la succession antérieure des cultures, comme l'a démontré l'expérience de Waite mentionnée ci-dessus. En ce cas, les rendements obtenus dans les exploitations à vocation commerciale d'Afrique du Nord et les données relatives aux rendements nationaux indiquent que la majorité des exploitations agricoles sont parvenues au stade d'épuisement de la rotation jachère/céréale. On remarque en outre que dans chacun des essais du tableau 17, les cultures du sol entreprises dans le cas de la rotation luzerne/céréale sont moins nombreuses que dans le cas de la rotation jachère/céréale. A cet avantage s'ajoute le fait que la jachère est remplacée par un pâturage de bonne qualité.

Le remplacement de la jachère par des pâturages de luzerne permet à l'agriculteur d'augmenter la production de viande et de laine de son bétail. C'est pourquoi les avantages complets du système luzerne/céréale sur le système jachère/céréale ne se limitent pas aux rendements céréaliers, mais doivent inclure l'amélioration des revenus tirés du bétail.



Jachère de printemps en Tunisie. A noter que même à cette saison la végétation accidentelle n'est pas assez abondante pour recouvrir entièrement le sol. Noter également que le labour profond a laissé de grosses mottes à gauche de la photo.

C'est ainsi que la production animale a augmenté dans le domaine Bessami Djiliali, anciennement Chouhada, près de El Khemis, en Algérie. On y a introduit la rotation luzerne/céréale sur 560 ha au milieu des années 70. En 1982, on comptait 2 000 moutons, en comparaison de 200 avant implantation des pâturages de luzerne. On a aussi constaté en Algérie que les agneaux paissant sur pâturage de luzerne manifestaient un gain pondéral journalier de 220 g, contre 100 g chez les agneaux paissant sur le maigre pâturage et la paille produite par le système jachère/céréale (Kadra et Adem, 1980).

Le système luzerne/céréale assure également une bien meilleure préservation des sols. Une comparaison des systèmes luzerne/céréale et jachère/céréale révèle que l'implantation de pâturages de luzerne a pour effet de réduire considérablement l'érosion des sols. Il est difficile d'attribuer une valeur annuelle à cette préservation, mais une érosion continue non maîtrisée finit par rendre les terres impropres à l'agriculture. Le remplacement de la jachère par les pâturages de luzerne a les conséquences suivantes:

Phase de pâturage

Automne:	Système jachère/céréale - Faible germination des pâturages. Le sol est en grande partie dénudé et exposé à l'érosion pluviale.
	Système luzerne/céréale - La germination dense des pâturages assure une protection rapide du sol.
Hiver:	La différence de densité des pâturages est maintenue.



Pâturage accidentel en hiver avec rotation jachère/céréale. Une végétation aussi peu dense ne peut fournir qu'un pâturage médiocre.



Raveline creusée par l'érosion dans un champ exploité en rotation jachère/céréale en Jordanie.

Printemps: Système jachère/céréale - La terre est cultivée, ce qui a pour effet de supprimer tout couvert fourrager. Le sol ameubli est particulièrement vulnérable à l'érosion.

Système luzerne/céréale - Le sol est protégé par la couche de résidus de luzerne sèche.

Phase d'emblavage

Système jachère/céréale - Au fil des années, la teneur en matière organique du sol diminue. Le sol devient moins friable et forme fréquemment une croûte superficielle étanche aux fortes pluies. Le ruissellement et l'érosion des sols augmentent.

Système luzerne/céréale - Les pâturages de luzerne rétablissent la fertilité et la structure du sol. L'eau s'infiltre mieux et le ruissellement diminue.

Les frais de culture du sol sont moins importants dans le cas du système luzerne/céréale que dans celui du système jachère/céréale. Les essais réalisés en Tunisie ont montré que le système jachère/céréale nécessitait au moins une culture de plus, et parfois même deux. Cette culture, absente dans le système luzerne/céréale, consiste dans un labour profond de printemps, souvent réalisé à l'aide de gros tracteurs à chenilles. Ainsi, l'introduction du système luzerne/céréale, qui ne nécessite que des cultures à faible profondeur, permet non seulement de faire l'économie d'une culture, mais aussi d'épargner le coût de ces tracteurs, chers à l'achat et à l'entretien. Il est indéniable que la mise en jachère printanière constitue une méthode efficace de lutte contre les mauvaises herbes, et notamment les graminées adventices. Le système luzerne/céréale, quant à lui, nécessite souvent l'emploi d'herbicides, ce qui annule en partie les économies réalisées en raison de la culture réduite.

Le système luzerne/céréale, outre l'investissement initial dans les semences de luzerne, nécessite des dépenses d'implantation la première année. Toutefois, comme nous l'avons vu précédemment, il ne s'agit pas là d'un coût annuel. Le pâturage, géré convenablement, se régénère année après année sans réensemencement. En pratique, il arrive que la gestion échoue et il faut prévoir certaines dépenses annuelles. Le pâturage a besoin d'engrais phosphaté, mais ce besoin est plus que compensé par la réduction du besoin d'engrais azoté. Les pâturages de luzerne peuvent fournir 40 à 60 kg/ha d'azote aux céréales cultivées à leur suite. Il ne s'agit pas simplement du remplacement de l'azote par du phosphate, mais aussi d'une diminution des risques. Si la sécheresse cause la perte des récoltes, l'engrais azoté est perdu, alors que l'engrais phosphaté ne l'est pas. Sur une période de plusieurs années, la teneur du sol en phosphore augmente et il devient alors possible de réduire les apports de phosphates.

4.3 Comparaison avec les systèmes légumineuse à grains/céréale et vesce/céréale

Ces systèmes consistent dans l'alternance d'une culture céréalière, d'une part, et d'une culture d'une légumineuse à grains, telle que la lentille, ou d'une légumineuse fourragère, telle que la vesce ou le pois, d'autre part. Les légumineuses à grains sont récoltées pour leurs grains avant que les résidus



Brebis et agneaux au pacage sur d'abondantes prairies de luzerne à la fin de l'hiver dans la région du Djébel Al Akhdar (Libye). La richesse de la végétation fourragère contraste avec la pauvreté des jachères des deux photographies précédentes.

soient pâturés: Ce système ne permet pas le pacage en hiver et au printemps, mais les chaumes laissés après la récolte ont une plus grande valeur nutritive que les chaumes des céréales. Les vesces peuvent être pâturées par le bétail en hiver et au printemps, ou encore récoltées pour le foin.

Dans ce système, les melons, les tomates et autres légumes récoltés en été utilisent, durant leur croissance printanière, l'humidité retenue sous la jachère hivernale.

En rotation avec des céréales, on cultive également des pois chiches, des lentilles ou des haricots pour leurs graines, ou encore de la vesce (d'ordinaire cultivée avec de l'avoine pour le foin ou pour la pâture). Il convient de considérer ces rotations plus comme des systèmes complémentaires du système luzerne/céréale que comme des systèmes concurrents.

La décision de faire pousser des légumineuses à grains dépend de la seule rentabilité de cette production végétale, car il semble à peu près évident que ces cultures fournissent peu d'azote aux céréales cultivées à leur suite. Il apparaît aussi que les rendements ne sont guère supérieurs à ceux obtenus en cas de rotation jachère/céréale. Cela est probablement dû au fait que la plus grande partie de l'azote fixé par ces légumineuses est éliminé lors de la récolte des grains. Comme la rotation légumineuse à grains/céréale est un système cultural continu et que la gamme des herbicides tolérés par ces légumineuses est limitée, la lutte contre les mauvaises herbes soulève plus de difficultés que dans le cas de la rotation jachère/céréale. Une destruction insuffisante des mauvaises herbes associées à la légumineuse peut engendrer une multiplication de ces adventices dans la céréale quand elles sont pâturées et ont donc un effet favorable sur les rendements des céréales cultivées à leur suite.

Une expérience réalisée dans le nord de l'Iraq révèle la faible contribution des légumineuses récoltées pour leurs grains à la culture céréalière qui leur succède (tableau 18).

Tableau 18.

Comparaison des rendements de blé résultant de diverses rotations expérimentées dans le nord de l'Iraq
(El Fakhry et Sultan, 1979)

Les valeurs indiquées correspondent aux rendements moyens calculés sur les trois années 1973-1974, 1975-1976 et 1977-1978.

Rotation	Rendement moyen de blé (kg/ha)
Jachère/blé	732
Lentilles (récoltées)/blé	746
Lentilles (labourées)/blé	974
Blé continu	550

De 1966 à 1968 a eu lieu à Kamishli, en Syrie, un essai de rotation incluant la vesce. Les résultats apparaissent au tableau 19.

Tableau 19.

Comparaison des rendements de blé propres à diverses rotations expérimentées en Syrie (Loizedes, 1979)

Rotation	Rendement moyen de blé (kg/ha)
Blé continu	780
Jachère/blé	1 540
Lentilles/blé	1 510
Vesce/blé	1 740

Les résultats, précédemment mentionnés, de l'expérience de rotation à long terme réalisée à Waite indiquent que le rendement du système pois/blé est inférieur à celui du système jachère/blé durant les 25 premières années, mais aussi que celui-là reste constant alors que celui-ci diminue jusqu'à devenir inférieur au rendement du système pois/blé (Norton et Britza, 1982-1983).

Dans les rotations, la vesce semble jouer un rôle aussi efficace que la luzerne en ce qui concerne l'amélioration du rendement des céréales cultivées à leur suite. Les principaux inconvénients de la rotation vesce/céréale consistent dans le coût de l'ensemencement, renouvelé chaque année, et la pression exercée sur la main-d'oeuvre et les machines au moment de la période critique du semis d'automne. Ce semis n'a d'ordinaire lieu qu'après que la céréale a elle-même été semée, ce qui ampute d'une bonne part la période de croissance automnale. En Algérie, on considère que les pâturages de vesce et d'avoine coûtent plus de deux fois plus cher que les pâturages de luzerne (Kadra et Adem, 1980). En Syrie, on estime que le coût des semences constitue

un des principaux inconvénients des rotations. Certains ont suggéré que les cultivateurs préservent une partie de leurs pâturages de vesce de tout pacage et récoltent leurs propres semences. Cette solution, si elle évite certains débours en espèces, entraîne toutefois d'importants frais dus à la récolte manuelle et nécessite une stricte surveillance du bétail pour protéger ces zones de production de semences (ICARDA, 1984).

4.4 Rendement de la rotation luzerne/céréale

En raison de la variété des sols et des précipitations au Proche-Orient, il est difficile d'attribuer une valeur absolue à la production céréalière ou animale propre aux diverses rotations. Toutefois, les résultats expérimentaux et commerciaux obtenus dans la région et en Australie méridionale ont permis de faire les comparaisons générales qui suivent. Ces comparaisons, utilisées conjointement avec les données relatives aux rendements, aux prix et aux coûts locaux, permettent d'évaluer le rendement du système luzerne/céréale par rapport aux systèmes actuellement en usage dans la région.

4.4.1 Production céréalière

A la suite de la luzerne, la production céréalière est:

- deux fois plus importante que celle du système de culture céréalière continue. Quoique seulement la moitié des terres soit emblavée, la production céréalière totale est à peu près identique.

- équivalente, durant les premières années, à la production du système jachère/céréale. Elle lui est toutefois de 50 pour cent supérieure lorsque ce dernier système entre dans sa phase d'épuisement.

- égale à celle du système vesce/céréale et supérieure de 50 pour cent à celle du système légumineuse à grains/céréale.

4.4.2 Production fourragère

La production fourragère du système luzerne/céréale est:

- trois à quatre fois supérieure à celle des systèmes de culture céréalière continue ou jachère/céréale. Ces deux systèmes traditionnels produisent essentiellement de la paille de céréales qui, pendant la plus grande partie de l'année, ne permet pas aux moutons de s'alimenter convenablement. Le système luzerne/céréale, quant à lui, outre une quantité équivalente de paille, produit durant la phase de pâturage un fourrage riche en protéines, qui assure des gains pondéraux rapides au printemps. Le bétail dispose toute l'année de fourrage, vert ou sec, et n'est pas obligé, pour s'alimenter, de migrer en hiver vers d'autres régions.

- semblable à celle du système vesce/céréale, pour peu que la vesce soit semée précocement en automne.

Tableau 20.

Comparaison entre les revenus bruts estimés provenant de diverses rotations en Algérie (en dinars algériens, 5 DA = 1 $EU) (Benzaghou et Adem, 1980)

Rotation	Revenu (DA/ha/an)
Blé/jachère	2 541
Blé/poids chiche	2 585
Blé/vesce et avoine	4 301
Blé/luzerne	4 395

4.4.3 Coûts de la production céréalière

Toutes les dépenses associées à la rotation luzerne/céréale sont réduites de moitié par rapport à celles nécessitées par la culture céréalière continue, et cela tout simplement parce que seulement la moitié des terres sont emblavées. Les frais engendrés par la culture du sol sont également réduits en raison du remplacement du labour profond par la culture à faible profondeur. Quant aux dépenses requises par l'acquisition de semences, elles sont réduites des trois quarts par suite d'un semis plus précis et d'un meilleur contrôle de la profondeur d'ensemencement.

En comparaison du système jachère/céréale, la rotation luzerne/céréale nécessite moins de cultures du sol; en outre, la culture à faible profondeur est moins coûteuse que le labour profond. A plus long terme, la rotation luzerne/céréale permet aussi de réaliser une épargne considérable de capital, du fait qu'elle ne nécessite que des tracteurs à roues. Une partie de cette épargne peut être annulée par un plus grand usage des herbicides. Les dépenses d'engrais azotés sont cependant réduites ou éliminées, mais cela est en partie contrebalancé par l'épandage de plus grandes quantités d'engrais phosphaté.

4.4.4 Coûts de la production fourragère

En comparaison de la culture céréalière continue et de la rotation jachère/céréale, les coûts d'implantation des pâturages de luzerne constituent des dépenses nouvelles. Ces dépenses consistent dans le coût d'implantation initial et le coût annuel des apports d'engrais phosphaté.

En comparaison du système vesce/céréale, le coût initial d'implantation du pâturage est en général semblable. Quant aux frais supplémentaires (engrais phosphaté seulement), ils sont beaucoup moins élevés, car le réensemencement est superflu.

4.5 Comparaison des pâturages permanents de luzerne et des autres pâturages de la zone des steppes

Il est possible de réimplanter des pâturages permanents de luzerne dans la zone des steppes et dans les parties incultivables de la zone de fortes précipitations et de la zone des céréales.

Les deux principales sources de fourrage dont disposent les troupeaux nomades paissant dans les steppes sont les céréales, moissonnées ou non, et les pâturages spontanés clairsemés, avec parfois quelques plantes vivaces sur les terres incultes. Les pâturages permanents de luzerne fournissent plus de fourrage que les céréales et constituent de meilleurs pâturages que la plupart des espèces spontanées. De plus, ils atténuent la vulnérabilté de la terre à l'érosion éolienne et au ruissellement.

Il convient de comparer l'amélioration ou l'implantation des pâturages de luzerne avec la régénération naturelle des pâturages spontanés ou encore la réimplantation ou l'introduction d'arbustes fourragers.

Le rachat de terres de la zone des steppes et l'exclusion ultérieure du bétail rend la régénération naturelle possible sur les sols utilisés auparavant pour la production céréalière ou surpâturés. La mise en oeuvre de cette stratégie peut être extrêmement lente et entraîne des pertes de revenus et des bouleversements sociaux considérables. Lorsque les possibilités du lieu et l'assurance d'un pacage contrôlé le permettent, il est possible de réensemencer certaines de ces terres. Le réensemencement en luzerne et l'apport d'engrais phosphaté présentent des avantages. Les pâturages de luzerne peuvent être toutefois pâturés la première année de leur implantation, et n'atteindre une pleine production que la deuxième année. Dans les zones jusqu'ici incultes, la décision de semer des luzernes dépend de la capacité de survie des végétaux locaux (et notamment des légumineuses). Si le sol contient des réserves de graines satisfaisantes, le simple apport de phosphate, en les stimulant, peut suffire à rétablir la croissance de la luzerne. Cela assure la préservation du pâturage moyennant une gestion adéquate du pacage.

En comparaison des arbustes fourragers tels que l'"atriplex" ou le cactus sans épines, les luzernes sont moins onéreuses à implanter et plus sapides pour le bétail. Ces deux options ne sont toutefois pas en concurrence, car les cultivateurs du Proche-Orient ont tendance à semer des luzernes sur les vastes étendues et à planter des arbustes fourragers sur les crêtes sableuses ou dans les ravins d'érosion (Chatterton, 1983).

4.6 Obstacles à l'adoption du système luzerne/céréale

L'adoption du système luzerne/céréale nécessiterait la modification d'un certain nombre de techniques d'exploitation couramment pratiquées au Proche-Orient. Ces techniques traditionnelles sont bien établies et les agriculteurs considèrent que leur emploi est justifié. Pour convaincre ceux-ci de changer, il est indispensable de leur prouver que l'adoption de nouvelles méthodes n'aura pas d'effet préjudiciable sur leurs revenus d'exploitation. En fait, la simplicité de la rotation luzerne/céréale et l'assurance presque garantie d'une augmentation des revenus constituent des arguments puissants.

4.6.1 Mise en jachère

La mise en jachère printanière détruit le pâturage et l'empêche de produire des graines, qu'il s'agisse d'un pâturage spontané ou d'un pâturage de luzerne semée. Un pâturage de luzerne labouré en vue d'une longue jachère estivale n'est plus en mesure de produire des graines et de se régénérer à la suite de la culture céréalière. La mise en jachère est toutefois solidement implantée dans le système d'exploitation traditionnel et les agriculteurs sont

persuadés qu'elle détruit les mauvaises herbes, qu'elle mobilise l'azote organique et qu'elle facilite le semis précoce. Quoiqu'il y ait une part de vérité dans ces suppositions, il est nécessaire de prendre en considération d'autres aspects moins favorables.

La destruction des mauvaises herbes est accomplie au prix de la destruction du pâturage au printemps, c'est-à-dire au moment où sa croissance maximale offre les meilleures perspectives de production animale. A plus long terme, la mise en jachère détruit les réserves de semences et le pâturage devient clairesemé, même pendant la période de végétation hivernale. Le pâturage tombe alors dans un cercle vicieux où la faible production engendre un manque de graines, qui lui-même est à l'origine d'une germination clairsemée. La production herbagère qui en résulte est médiocre, et chaque cycle ultérieur de mise en jachère engendre une diminution de plus en plus prononcée des réserves de semences et de cette production.

La mise en jachère amorce le processus de fragmentation des matières organiques et assure donc par là-même un apport d'azote à la jeune culture céréalière durant l'automne suivant. Toutefois, à mesure que les années passent, l'échec de la phase fourragère restreint le retour de matières organiques au sol avec, comme conséquence, un faible apport d'azote aux céréales cultivées ultérieurement.

La mise en jachère permet de répartir la préparation du sol en vue du semis entre le printemps et l'automne. Le lit de semence est préparé plus tôt et il est donc possible de procéder à un semis précoce des céréales. Cela a souvent un effet décisif sur le rendement, car les plantes semées précocement parviennent souvent à maturité avant l'arrivée des vents chauds estivaux à l'influence néfaste. Toutefois, la division du volume de travail n'est vraiment justifiée que lorsque les façons culturales sont lentes (traction animale, par exemple) ou en cas de labour profond. Pour ce qui est de la culture à faible profondeur, il est possible de préparer le lit de semence rapidement à l'automne suivant.

La mise en jachère est souvent considérée comme une méthode de conservation de l'humidité. Dans cette hypothèse, la terre mise en jachère au printemps, alors qu'elle est encore humide, conserverait son humidité sous une litière de poussière durant l'été, ce qui faciliterait la croissance des céréales à l'automne suivant. L'efficacité de la mise en jachère comme moyen de conservation de l'humidité est très controversée, mais l'on s'accorde généralement pour estimer qu'elle ne favorise pas d'augmentation perceptible des quantités d'eau mises à la disposition des céréales (FAO, 1979). Les recherches réalisées en Tunisie ont montré qu'une certaine humidité persistait sous les jachères cultivées exemptes d'adventices, sans pour autant que cela se traduise par un apport d'eau supplémentaire perceptible en automne (Dahmane, 1987).

Le prix courant élevé du bétail au Proche-Orient constitue peut-être un des meilleurs arguments contre la mise en jachère. Cette pratique détruit les pâturages au printemps. A long terme, elle empêche la production de graines et réduit les pâturages hivernaux à une végétation clairsemée de mauvaises herbes pour la plupart inappétissantes. Les pâturages de luzerne permettent d'ordinaire une augmentation considérable de la production animale, et la phase pastorale peut procurer des revenus aussi importants que la phase céréalière. Pour être rentable, le système jachère/céréale devrait procurer des revenus comparables à l'ensemble de ceux que procure la production animale et céréalière du système luzerne/céréale. Or, cela n'est apparemment le cas nulle part dans la région.

4.6.2 Labour profond et infiltration de l'eau

Le labour profond est une technique qui détruit emtièrement l'élément luzerne de la rotation luzerne/céréale. Il enfouit les graines à une telle profondeur que la plupart d'entre elles ne parviennent pas à germer ou que les pousses ne réussissent pas à lever pendant l'année suivant la phase céréale. A court terme, le labour profond favorise dans une certaine mesure l'infiltration de l'eau, mais cet effet est de courte durée dans les sols mal structurés qui sont d'ordinaire associés au système jachère/céréale.

En Australie méridionale, le labour profond a été brièvement pratiqué au 19ème siècle par les nouveaux colons, puis rapidement abandonné pour des raisons étrangères à ses effets destructeurs sur les luzernes. On s'est en effet aperçu que cette technique ramenait les pierres et le sous-sol stérile à la surface. Le climat semi-aride de cette région rendait les champs profondément labourés extrêmement vulnérables à l'érosion éolienne et pluviale. De plus, la force de traction supplémentaire requise était hors de portée des ressources dont disposaient ces agriculteurs, particulièrement lorsqu'il s'agissait de cultiver des céréales sur de vastes étendues. Les premiers cultivateurs à dents firent leur apparition en Australie méridionale en 1850, date à partir de laquelle la culture à faible profondeur devint la méthode habituelle de préparation des sols.

Les expériences réalisées au début des années 50 dans la région du Djébel Al Akhdar, en Libye, ont démontré que le labour profond ne présentait aucun avantage.



Labour profond au moyen d'une charrue à disques qui laisse de grosses mottes et une surface inégale. La terre est d'ailleurs inégale même avant le passage de la charrue parce qu'elle a été labourée profondément auparavant.

Tableau 21.

Effet de la profondeur de culture sur le rendement céréalier
(Oram, 1956)

Outil de préparation des sols	Rendement céréalier (en pourcentage de la moyenne	
	Orge	Blé
Charrue traditionnelle en bois	73,7	69,2
Charrue à versoir en acier (profondeur de labour: 30 cm)	102,5	93,7
Charrue à versoir en acier (profondeur de labour: 15 cm)	96,7	100,0
Charrue à disques	111,1	111,6
Herse à disques (sans retournement du sol)	116,3	118,0
Erreur-type	10,0	10,1

La culture au moyen d'une charrue à disques n'engendre pas de retournement du sol et se compare à la méthode australienne de culture à faible profondeur. Toutefois, les agriculteurs australiens préfèrent généralement les outils à dents. La profondeur de travail est d'ordinaire de 7 cm et n'excède jamais 10 cm. De plus, les résultats obtenus en Libye au cours des années 70 et en Iraq et en Jordanie pendant les années 80 démontrent que la culture à faible profondeur, le nivellement du lit de semence et le semis à profondeur régulière présentent des avantages considérables en matière de rendement par rapport aux méthodes traditionnelles, même avant l'introduction des pâturages de luzerne (APDP, 1982; JDFP, 1980-1984; Seedco, 1974-1979).

Outre la nécessité d'une culture peu profonde pour la régénération des pâturages de luzerne, cette technique présente un certain nombre d'avantages directs, qui justifient l'abandon du labour profond:

- Diminution des dépenses de carburant et de main-d'oeuvre, la culture atteignant une profondeur de 7 cm au lieu de 30 cm ou davantage.

- Diminution des investissements en machinerie; tous les travaux peuvent être accomplis à l'aide de tracteurs à roues, généralement de faible puissance.

- Amélioration de la préparation du lit de semence, permettant une germination plus abondante et plus régulière et procurant des rendements potentiellement plus élevés. Le labour profond produit de grosses mottes qui durcissent durant l'été chaud et sec et qu'un labourage raisonnable ne permet généralement pas de briser. Dans ces conditions, la levée des pousses est irrégulière et l'efficacité des herbicides de prélevée est en outre considérablement réduite.

- Nivellement du lit de semence préparé au moyen d'outils à dents travaillant à faible profondeur, alors que les charrues pour labour profond laissent de grandes ondulations, ultérieurement difficiles à niveler. Ces ondulations favorisent d'ailleurs les fluctuations de la profondeur de semis et ne facilitent pas le traitement aux herbicides, dans la mesure où elles provoquent des rebondissements de la flèche. Elles accroissent en outre les pertes de grains pendant la moisson, car les moissonneuses, forcément réglées en fonction de la hauteur des plants les plus hauts, oublient la plupart des épis des céréales poussant en contrebas.

4.6.3 Pâturages communs (ou collectifs) et troupeaux nomades

La vaine pâture des steppes et des parcours par les troupeaux nomades est une coutume bien établie au Proche-Orient. Dans une certaine mesure, elle constitue toutefois un obstacle à la réussite de l'implantation du système luzerne/céréale dans la région.

Les principaux problèmes sont les suivants:

- L'absence d'incitations à l'investissement dans les pâturages. Si les terres incultes sont pâturées sur une base commune par l'ensemble des troupeaux, le propriétaire n'a aucune raison d'investir dans l'aménagement de pâturages, car ce sont tous les propriétaires de troupeaux qui en tireront profit et il est improbable que l'investissement procure des rentrées convenables à l'investisseur.

- L'impossibilité de contrôler la gestion des pâturages. Les pâturages de luzerne ne peuvent pas survivre en cas de pacage incontrôlé. Dans les conditions présentes, alors qu'il y a trop peu de fourrage pour satisfaire aux exigences imposées par les droits de pâture et le nombre des troupeaux, la vaine pâture est synonyme de pacage intensif permanent. Toute tentative de gestion des pâturages de la part d'un propriétaire de troupeau est réduite à néant par les autres propriétaires, qui encouragent leur bétail à paître sur les pâturages préservés. Ce pacage intensif permanent a pour effet une faible production grainière au printemps, une insuffisance des réserves de graines destinées à la phase pastorale suivante et une régénération médiocre. Comme la préservation des réserves de semences est une condition indispensable de la survie des pâturages permanents de luzerne, la gestion du pacage constitue un facteur essentiel.

Actuellement, dans presque tout le Proche-Orient, il y a trop de bétail pour trop peu de fourrage. Les pâturages de luzerne offrent la possibilité de remédier à cette situation. Si la charge potentielle s'en trouve augmentée, la gestion ne reposera pas nécessairement sur la réduction du nombre des animaux. En cas de fourrage abondant, l'organisation et la gestion des troupeaux dépendent plus de facteurs tels que la viabilité économique de l'implantation de pâturages, les programmes de soins vétérinaires, les débouchés, etc. Les retombées économiques résultant de l'implantation de pâturages de luzerne dans la région constituent un argument financier suffisamment puissant pour inciter les propriétaires de bétail à satisfaire aux obligations nécessaires à leur préservation.

4.6.4 Résumé des avantages du système luzerne/céréale

Le résumé suivant des avantages du système luzerne/céréale en comparaison de la culture continue est destiné à mettre en relief les principaux points mentionnés jusqu'ici. Pour que le tableau soit complet, nous indiquons un certain nombre d'inconvénients.

Avantages:

Céréales
- Rendement plus que doublé.
- Apport gratuit de 40 à 60 kg/ha d'azote.
- Atténuation des dégâts causés par les maladies des céréales.
- Restriction du développement des mauvaises herbes en raison de cultures fourragères et céréalières vigoureuses.

Bétail
- Nombre d'animaux au moins doublé.
- Pâturage estival de grande qualité.
- Pâture possible de la luzerne en hiver.
- Conservation possible du foin en vue de l'alimentation du bétail en hiver et en période de sécheresse.
- Augmentation des gains pondéraux journaliers.
- Pourcentages d'agnelage plus élevés.
- Augmentation des rendements en laine.

Culture
- Labour profond superflu.
- Tracteurs plus petits et outils en nombre limité suffisants.
- Nombre restreint de cultures.
- Réduction du coût global des travaux de culture.

Sol
- Réduction de l'érosion du sol.
- Augmentation de la teneur en matière organique du sol.
- Amélioration de la structure pédologique.
- Meilleur drainage.

Inconvénients:

Nécessité de modifier les façons culturales traditionnelles:

- Disparition de la jachère estivale.
- Remplacement du labour profond par la culture à faible profondeur.
- Contrôle indispensable du pacage durant la phase pastorale (les pâturages de luzerne doivent acquérir un statut de cultures).

ANNEXE I

Résumé des expériences et des travaux de recherche appliquée relatifs aux pâturages de luzerne et au système luzerne/céréale réalisés en Australie méridionale et dans les pays du Proche-Orient

On a perçu tout l'intérêt présenté par le système australien d'exploitation des luzernes pour le Proche-Orient dès la fin des années 60, et un certain nombre de projets fondés sur son transfert ont été mis en oeuvre. Ces projets ont prouvé que les luzernes poussaient fort bien dans la région, ce qui n'est guère surprenant puisque ces plantes en sont originaires. Par contre, l'introduction des luzernes dans les systèmes traditionnels d'exploitation et de gestion des pâturages a soulevé plus de difficultés. Ainsi, dans les exploitations vouées à la culture céréalière, cette introduction nécessite l'abandon de la jachère, l'adoption de la culture à faible profondeur et une bien meilleure préparation du lit de semence. Il faut en outre que le fonctionnement et l'entretien des machines destinées à la culture à faible profondeur soient parfaitement compris par les agriculteurs amenés à les utiliser. Il importe également de convaincre les propriétaires de troupeaux nomades des avantages que peut leur procurer l'adoption d'une méthode de gestion du pacage compatible avec la régénération continue des pâturages de luzerne. Compte tenu des changements sociaux requis, il n'est pas surprenant que les projets qui ont le mieux réussi jusqu'ici soient ceux qui se sont particulièrement attachés à la vulgarisation et à la formation des exploitants (Chatterton, 1985).

Il existe une différence marquée de la productivité agricole en Australie méridionale et dans les pays du Proche-Orient, ce qu'illustrent les chiffres du tableau 22 comparant l'Etat d'Australie méridionale dans les années 30 (avant la généralisation de l'implantation des luzernes et des trèfles souterrains) et dans les années 70 (après la généralisation de leur adoption) avec l'Algérie dans les années 70. En Australie méridionale, les jachères ne représentent plus qu'un cinquième des terres cultivées, et il y a plus de pâturages que de terres cultivées et de jachères combinées (tableau 22). Alors que les quantités de phosphate épandues sur les cultures céréalières et les pâturages y sont quatre fois plus importantes, les engrais azotés sont habituellement peu utilisés. Tous ces facteurs font que l'Australie méridionale compte près de 19 millions d'ovins, élevés pour la plupart dans la zone des céréales et la zone de fortes précipitations. L'Algérie, malgré une plus vaste étendue de terres convenablement arrosées, ne compte, quant à elle, que 8 millions d'ovins, la plupart élevés dans les steppes. L'augmentation du nombre des animaux constatée en Australie méridionale entre 1930 et 1970 résulte de l'amélioration de la production fourragère des pâturages de luzerne et de trèfle souterrain. Dans cette région, les moutons n'ont pas besoin qu'on leur fournisse des céréales ou des aliments concentrés complémentaires. Les rendements céréaliers y atteignent le double des rendements algériens, et quoique la superficie des terres soit moindre, la production y est plus forte.

1. **Zone des céréales - Régions climatiquement semblables à l'Australie méridionale**

Dans la zone des céréales, les premières tentatives d'introduction des pâturages de luzerne au Proche-Orient ont eu lieu dans des exploitations céréalières privées, de grandes fermes d'Etat ou des exploitations agricoles coopératives. Voici quelques résultats de ces expériences:

Tableau 22.

Comparaison des productions céréalière et animale dans l'Algérie des années 70 et en Australie méridionale, avant (années 30) et après (années 70) l'introduction de la rotation luzerne/céréales (Carter, 1974; OYBCA, 1935-40)

	Algérie	Australie méridionale	
	Années 70	Années 70	Années 30
Céréales cultivées pour le grain (ha)	3 228 000	2 041 000	1 853 800 (1)
Jachère	2 707 000	402 000	1 009 200 (2)
Pâturage	35 000	3 194 000	(3)
Blé moissonné (ha)	2 035 000	1 165 600	1 242 400
Production (t)	1 269 800	1 326 900	886 150
Rendement (kg/ha)	624	1 139	735
Orge moissonnée (ha)	728 900	561 000	145 700
Production (t)	444 000	634 500	165 100
Rendement (kg/ha)	610	1 131	1 080
Nombre d'ovins	8 357 000	18 961 000	8 500 000
Superphosphate utilisé:			
- sur les cultures (t de P_2O_5)	31 360	60 968	30 000 (4)
- sur les pâturages	---	59 444	voir ci-dessus

---

(1) En raison de l'élevage de chevaux, cette superficie inclut les avoines cultivées pour le grain et le blé coupé pour le foin.

(2) La superficie mise en jachère n'a pas été évaluée séparément, mais 75 pour cent en moyenne des céréales étaient cultivées sur jachère.

(3) Les chiffres relatifs aux pâturages ne sont pas comparables.

(4) Il s'agit là de la quantité totale de superphosphate épandue sur les cultures et les pâturages.

Libye

L'introduction du système luzerne/céréale dans l'agriculture libyenne s'est effectuée selon deux modèles assez différents. Dans l'est du pays, et plus particulièrement dans la zone de développement du Djébel Al Akhdar, aux environs de El Marj, le système a été introduit dans de petites exploitations familiales, d'une superficie moyenne de 80 ha, dont 70 consacrés au pâturage et à la culture des céréales. Des agriculteurs australiens se sont chargés de montrer et d'enseigner aux agriculteurs libyens les techniques fondamentales d'utilisation et d'entretien des machines, de culture, de préparation du lit de semence, d'ensemencement et enfin de gestion du système luzerne/céréale. Dix ans plus tard, plus de 2 000 agriculteurs cultivaient la luzerne en alternance avec des céréales. Une ferme modèle a permis d'entreprendre des recherches appliquées axées sur la région (Chatterton, 1985).

A l'ouest, les autorités responsables de la plaine de la Djeffara ont fait appel au Gouvernement d'Australie occidentale pour promouvoir la rotation luzerne/céréale dans de grandes exploitations agricoles d'Etat de 2 000 à 3 000 ha. Cela a permis l'implantation rapide et réussie de pâturages de luzerne sur de vastes étendues. D'utiles recherches ont été entreprises afin de sélectionner des cultivars particulièrement bien adaptés aux régions sèches (120 mm). Certains programmes ont permis de constituer un troupeau originel d'ovins locaux nourris avec de la luzerne, en se fondant sur leur productivité et leur fécondité (Allen, 1979). Toutefois, si les agriculteurs et les techniciens libyens travaillant avec leurs homologues australiens ont bien reçu une formation en matière d'utilisation et d'entretien des machines et ont appris de nouvelles techniques d'exploitation, cela n'a pas encore fait tache d'huile dans le reste de la communauté agricole.

Tunisie

Un certain nombre de projets de recherche, qui ont démontré la bonne adaptation des pâturages de luzerne aux conditions climatiques de la région, ont permis la mise en oeuvre de programmes d'implantation du système luzerne/céréale en Tunisie. Les résultats de ces programmes ont servi de référence pour certains essais sur le terrain.

Le programme consacré à la rotation luzerne annuelle/céréale a débuté en 1971/1972, sous les auspices de l'Office des céréales. De 15 ha en 1971, la superficie des pâturages de luzerne implantés dans le cadre de ce système est passée à 15 100 ha en 1976. Elle a ensuite diminué pour n'atteindre que 1 670 ha en 1982 et remonter à 8 600 ha en 1984/1985 (Haddad, communication personnelle). Actuellement, plusieurs organismes dépendant du Ministère de l'agriculture déploient des efforts considérables en vue de l'extension de ce programme.

En 1985, environ 13 000 ha de pâturages de luzerne ont été implantés sur les terres marginales des gouvernorats de Le Kef, de Siliana et de Zaghouan. Les deux principales variétés de luzerne utilisées sont **Medicago truncatula** var. Jemalong et **M. littoralis** var. Harbinger. Les agriculteurs locaux connaissent bien les techniques de semis de la luzerne. Toutefois, malgré les nombreuses démonstrations et expériences qui ont prouvé que les rendements céréaliers après luzerne pouvaient être de 90 pour cent supérieurs aux rendements obtenus après jachère (Breth, 1975), l'adoption de la rotation luzerne/céréale n'a pas atteint les objectifs qui avaient été fixés.

La répugnance des agriculteurs à adopter ce système a une double cause: d'une part, l'incapacité de gérer les pâturages de luzerne de sorte qu'ils produisent suffisamment de graines pour assurer le succès de la phase pastorale suivante et, d'autre part, la croyance selon laquelle le labour profond est la condition nécessaire d'une bonne culture céréalière (Ben Ali, 1985).

Les exploitations agricoles OEP de Nadhour

Ces fermes modèles, établies sur une étendue d'environ 3 000 ha, ont subi de grands changements destinés à en faire de véritables sites de démonstration de l'implantation des pâturages, de la conservation des sols et de l'eau et des méthodes d'élevage. En 1984-1985, 600 hectares de pâturages de luzerne ont été implantés. La production de biomasse de ces pâturages a atteint des niveaux très élevés.

Algérie

La décision d'évaluer le système luzerne/céréale en Algérie a entraîné, durant les années 70, l'ensemencement en luzerne de 30 000 ha, situés pour la plupart dans l'Ouest algérien. Toutefois, le problème du changement des façons culturales traditionnelles s'est avéré insoluble en l'absence de mesures favorisant la formation de moniteurs et l'initiation des agriculteurs aux diverses techniques requises par le système. La plupart des pâturages de luzerne ont périclité par suite de la persistance du labour profond, de l'absence d'un système intégré convenable permettant le pacage du bétail sur ces pâturages et de problèmes causés par les ravageurs. Les travaux récents démontrant que certains cultivars de luzerne viennent bien sur les hauts plateaux et la réapparition dans la région de programmes destinés à intégrer les pâturages de luzerne dans divers systèmes d'exploitation ont incité les autorités algériennes à traduire en projets concrets les politiques favorisant l'adoption du système luzerne/céréale (Chatterton, 1980).

Maroc

Deux programmes d'implantation à grande échelle de pâturages de luzerne sont actuellement en cours au Maroc. Le premier concerne la région de Rabat/Meknès/Fès (350 à 500 mm d'eau par an). En novembre 1985, le Gouvernement a mis en train un important programme d'implantation de luzerne dans la région située au sud de Casablanca, dans l'intention d'accroître la production céréalière et animale (ovins et bovins). Environ 20 000 ha de vaine pâture et de terres exploitées par l'Etat ou à titre privé ont été ensemencés en luzernes annuelles. Cette superficie a été portée à environ 27 000 ha en 1986. Dans la plupart des cas, on y a semé un mélange de variétés de luzerne annuelle.

Le Projet de recherche appliquée en aridoculture procède actuellement à un certain nombre d'essais concernant la luzerne annuelle, dans le but de réunir des informations sur les variétés et les façons culturales les mieux adaptées. Ces informations sont destinées à aider le Ministère de l'agriculture à donner suite à son programme d'extension des pâturages de luzerne. Les semences sont actuellement importées et des mesures ont été prises afin de stimuler la production locale et de parvenir ainsi à satisfaire les besoins du pays en la matière. Le Centre du matériel végétal, établi près de la ville de El-Jadida, effectue certains travaux de sélection et de propagation des variétés indigènes de luzerne annuelle.

Jordanie

Un projet bilatéral d'aridoculture, impliquant la Jordanie et l'Australie, donne lieu à des activités d'expérimentation et de démonstration. Ce projet concerne la zone qui reçoit 250 à 450 mm d'eau par an. Les activités de démonstration comprennent la mise en application de la rotation luzerne annuelle/céréale. Un mélange constitué de semences de **Medicago truncatula** (cultivars Cyprus et Jemalong), de **M. scutulata** (cultivar Robinson) et de **M. littoralis** (cultivar Harbinger) est semé après inoculation et enrobage à la chaux (Ben Ali, 1985).

Le remplacement de la jachère par des pâturages de luzerne s'est heurté à des difficultés d'ordre socio-économique. Les propriétaires de bétail ne considèrent pas les pâturages de luzerne comme des cultures et les utilisent comme s'il s'agissait de vaines pâtures. Ce problème a été en partie résolu par la clôture de certains des sites modèles ou par l'inclusion d'une céréale ou d'une vesce dans les pâturages non clôturés. Economiquement, les pâturages de luzerne, notamment dans les zones recevant plus de 350 mm d'eau, ne peuvent pas rivaliser avec des cultures estivales telles que les tomates, le tabac ou les courges, qui procurent des revenus à l'hectare bien supérieurs. C'est pourquoi les activités du projet sont axées sur les régions recevant 250 à 300 mm d'eau par an (Ben Ali, 1985).

2. Zone des céréales - Régions à hiver très froid

On a longtemps pensé qu'il n'était pas possible d'implanter des pâturages de luzerne à une altitude supérieure à 600 m en Algérie ou dans des régions à hiver également froid de la Syrie et de l'Iraq. Les auteurs, après observation de 1979 à 1983 d'espèces indigènes poussant à haute altitude en divers endroits du Proche-Orient, réfutent cette idée reçue. Des recherches ultérieures ont montré que l'altitude et le froid n'empêchent pas nécessairement l'implantation de pâturages de luzerne dans la région (Chatterton, 1984b; Cocks, 1985).

Algérie

L'introduction du système luzerne/céréale durant les années 70 s'est limitée aux plaines côtières car, par suite du froid hivernal, les cultivars australiens commercialisés (Jemalong, Harbinger et Snail) ont donné de médiocres résultats au-dessus de 600 m. Le Ministère algérien de l'agriculture a mis en oeuvre un programme de collecte et d'évaluation des écotypes locaux trouvés dans la zone des céréales à haute altitude; c'est ainsi que certains écotypes de **M. aculeata** et de **M. scutellata** sont apparemment bien adaptés aux hivers extrêmement froids. Il ne reste qu'à en faire l'essai dans des exploitations à vocation commerciale et, le cas échéant, à organiser la production de semences sur une grande échelle.

Iraq

Bien que la plus grande partie de la zone des céréales, au nord de l'Iraq, ne soit pas à une altitude élevée, les hivers sont aussi froids que sur les plateaux algériens et beaucoup plus froids qu'en n'importe quel point de la zone des céréales australienne. A Erbil, une exploitation modèle de 5 000 ha a été créée en 1980 avec l'aide d'une équipe d'Australie méridionale. Un projet de développement à grande échelle a été mis sur pied à Talafa avec l'aide d'une équipe d'Australie occidentale. Il est apparu que les cultivars

Borung (**M. truncatula**), Robinson (**M. scutellata**), Circle Valley et, dans une moindre mesure, Serena (**M. polymorpha**, variété brevispina) s'implantaient, produisaient et résistaient mieux que les autres cultivars australiens, tels que Jemalong. Des recherches ultérieures ont montré qu'une inoculation convenable permettait de remédier à la plupart des piètres performances de Jemalong. Alors que les cultivars australiens ont toujours été gravement endommagés par le gel, il existe de nombreux écotypes locaux résistant au gel (APDP, 1982; DDAJP, 1985).

Syrie

Les travaux accomplis à l'ICARDA dans le nord de la Syrie ont permis l'identification d'espèces et de cultivars de luzerne qui résistent bien aux froids intenses. Ces espèces et ces cultivars ne sont pas encore commercialisés, quoique leur multiplication ait commencé. Les essais réalisés à l'ICARDA indiquent que le système luzerne/céréale peut assurer la survie de huit brebis et de leurs agneaux par hectare en hiver et au printemps sur les seuls pâturages de luzerne, et de quatre moutons par hectare durant l'année entière si l'on prend en considération le chaume des céréales. Les agriculteurs du district voisin du centre de l'ICARDA ont participé à un programme d'implantation de pâturages, constitués à ce stade de luzerne hérissée (**M. polymorpha**) spontanée (Cocks, 1985b). Certains d'entre eux ont pris conscience de la valeur de la luzerne implantée sur des terres céréalières pauvres. Cinq autres agriculteurs ont recueilli des gousses dans l'intention d'implanter des pâturages sur leurs exploitations. Ces pâturages de luzerne sont limités aux terres les plus pauvres, car les bonnes terres des vallées, réservées aux céréales, font l'objet de labours profonds.

Iran

On a récemment lancé un programme de promotion de la rotation luzerne annuelle/céréale en Iran, en utilisant des variétés importées de **M. scutellata**, de **M. truncatula** et de **M. littoralis**. Actuellement, cette rotation est pratiquée sur 10 000 ha, répartis dans différentes provinces du pays.

Deux catégories d'agriculteurs ont adopté ce système: les uns possèdent des troupeaux de moutons qui paissent la luzerne et le chaume des céréales, les autres utilisent les pâturages de luzerne pour produire du foin et des semences destinés à la vente. Le Centre d'amélioration des parcours du sud de l'Iran produit des semences de luzernes annuelles moyennant une irrigation complémentaire. La première pousse sert à produire du foin, qui est bottelé et vendu aux agriculteurs des villages voisins, la repousse assurant la production de semences.

L'Institut de recherche sur les forêts et les parcours recueille les écotypes des espèces indigènes de **Medicago** annuelle, afin d'identifier les cultivars locaux les mieux adaptés aux programmes d'inclusion de prairies temporaires ("ley farming"). Ces travaux ont permis d'identifier une espèce indigène résistant au gel, susceptible de s'adapter aux contrées les plus froides du pays.

3. Marges de la zone des céréales et zone des steppes

Dans ces zones, l'usage des luzernes s'est répandu bien au-delà des limites climatiques de l'implantation de la luzerne en Australie. Le prix élevé du bétail et l'intérêt manifesté par les pouvoirs publics pour ce qui

concerne l'amélioration de la production fourragère et la lutte contre l'érosion ont fortement stimulé la recherche de cultivars adaptés aux steppes et l'élaboration de méthodes permettant de les implanter avec succès et à peu de frais sur de vastes étendues.

La zone des steppes comprend deux milieux climatiques distincts. L'un, de loin le plus vaste, dépend uniquement des précipitations directes; l'autre, limité aux lits des oueds, est périodiquement inondé par des cours d'eau saisonniers.

Libye

La plupart des travaux concernant l'implantation des luzernes dans des régions de steppes recevant moins de 200 mm d'eau par an ont été réalisés en Libye. Dans la partie orientale du pays, le projet de l'oued Karouba a fourni la démonstration de l'évolution d'un lit d'oued, périodiquement inondé par les eaux de ruissellement en provenance du Djébel Al Akhdar. Des luzernes y ont été semées avec de l'orge au milieu des années 70 et ont continué à se régénérer au fil des ans, sans réensemencement. Les pâturages ont essentiellement servi à la production de foin, et pourront servir au pacage une fois les terres distribuées aux agriculteurs.

Dans la zone dépendant des précipitations, la plaine de Benghazi et l'oued Bab ont été ensemencés en luzerne par avion. C'est ainsi qu'entre 1973 et 1975, 58 000 ha de la plaine de Benghazi ont été ensemencés en luzernes et fertilisés avec des phosphates par avion. De la même manière, 53 000 ha de différents oueds ont été ensemencés de 1974 à 1975 (Dillon, 1976). Dans la partie occidentale du pays, le site d'Adjulat, intégré au projet de la plaine de la Djeffara, fournit une démonstration éclatante du bon rendement des luzernes dans les zones de faibles précipitations.

A l'origine, le site d'Adjulat était destiné à la rotation luzerne/céréale, mais les faibles précipitations (130 mm) augmentent par trop le risque d'érosion éolienne. On y a donc semé des luzernes (et plus précisément le cultivar Harbinger) entre les buissons d'armoise qui poussent naturellement sur le sol. Ces buissons protègent le sol sableux, mais sont délaissés par le bétail, maintenant en mesure de paître la luzerne. On a également ensemencé les sols dégradés avec un mélange de luzerne et d'orge, en recouvrant ensuite la terre d'une légère couche de bitume pour immobiliser le sable jusqu'à ce que l'orge ait suffisamment poussé pour assurer une protection suffisante (Chatterton, 1985b). Les recommandations relatives à la mise en valeur de l'oued Sasu mentionnent le semis de luzernes et d'orge entre les buissons d'armoise, sans toutefois que les cultivars soient précisés (Servoz, 1983).

Un projet conjoint de la FAO et de la Libye (Projet de développement des parcours et de l'élevage) a permis l'introduction de luzernes annuelles dans cinq zones de pacage. Dans les zones de Wishatata et de l'oued Sasu, on a pratiqué l'alternance de bandes de luzernes annuelles et d'orge et de bandes d'arbustes fourragers, afin d'améliorer la qualité et la quantité des aliments mis à la disposition des troupeaux de la région. Dans les autres zones, comme celle de Bir El Ghanem, les luzernes annuelles ont été implantées de façon permanente, ou en rotation avec de l'orge. Dans l'ensemble de ces zones, le semis de luzernes a donné des résultats spectaculaires la première année, mais des rendements médiocres la deuxième et la troisième année. Il semble que cet échec puisse être attribué:

- à l'absence de pacage durant la première année avec, comme conséquence, un moindre tallage et une faible production de graines;
- à un épandage inadéquat de superphosphate de couverture (50 kg/ha/an) destiné à accroître la régénération des luzernes;
- à une grave infestation de rongeurs entraînant, dans certains cas, une récolte complète des graines et de leur stockage loin au-dessous de la surface du sol.

Iraq

La principale zone de projet dans les régions marginales se trouve à J'Ravi (200 mm), où 7 200 ha de pâturages de luzerne ont été ensemencés au début des années 70. Ce sont les cultivars Circle Valley et Borung qui ont donné les meilleurs résultats (DDAJP, 1985). Le cultivar Robinson donne également des résultats intéressants, car ses grosses graines et sa tolérance à l'égard du picorage des oiseaux facilitent sa levée et lui assurent une croissance précoce rapide.

Jordanie

Alors que les projets publics se sont surtout intéressés à l'emploi des luzernes en rotation avec les céréales, certains agriculteurs ont perçu tous les avantages offerts par l'implantation de pâturages de luzerne dans les zones marginales recevant moins de 200 mm d'eau, là où les céréales mal venues constituent la plupart du temps l'essentiel de la pâture. A l'occasion d'un essai pilote d'amélioration des parcours, réalisé à Ma'in (précipitation annuelle moyenne de 150 mm), l'espèce locale **Atriplex** et les cultivars Snail et Jemalong ont servi à ensemencer directement les parties dégradées des parcours. Le semis des graines à la volée sur des bandes cultivées a assuré une implantation satisfaisante. Etant donné la faible précipitation, il conviendra probablement d'inclure à l'avenir dans les semences des cultivars tels que Swani, Serena et Harbinger, mieux adaptés aux terres arides.

Tunisie

Un projet mis en oeuvre avec le concours de la State University of Oregon et destiné à améliorer les parcours dans le centre de la Tunisie (Projet d'amélioration des parcours et des pâturages en Tunisie centrale) incluait le semis de certaines espèces de luzerne, parmi lesquelles **M. truncatula** (cultivars Jemalong, Cyprus et Paraggio), **M. littoralis** (cultivar Harbinger) et un mélange de luzernes locales **(M. polymorpha, M. ciliaris** et **M. orbicularis)**. Les peuplements et les rendements obtenus sont assez satisfaisants, compte tenu des conditions actuelles du milieu et de la gestion du pacage adoptée (Chouki, 1987).

4. Les pâturages de luzerne dans la zone de fortes précipitations

4.1 La rotation luzerne/céréale

En Australie, il est apparu que les pâturages de luzerne implantés dans les régions de fortes précipitations (notamment en pays vallonné) jouaient un rôle de prévention particulièrement efficace de l'érosion et du ravinement des sols par suite du ruissellement. L'accroissement de la fertilité du sol et l'apport d'azote aux autres plantes qui résultent de leur implantation sont semblables aux améliorations constatées ailleurs.

Au Proche-Orient, bien que la plupart des céréales soient cultivées dans des zones où il tombe moins de 500 mm d'eau par an, certaines le sont dans des zones de fortes précipitations, recevant plus de 500 mm. Dans ces régions, les céréales sont souvent cultivées en rotation avec une culture fourragère (vesce ou pois, par exemple). Il convient de considérer les pâturages de luzerne comme une végétation de remplacement de cette culture. Ces pâturages, qui se régénèrent d'eux-mêmes, non seulement nécessitent moins de main-d'oeuvre, de carburant et d'énergie durant leur phase de rotation, mais épargnent en outre aux agriculteurs du temps et des efforts considérables. En comparaison des légumineuses fourragères, les luzernes présentent l'avantage de germer dès les premières pluies automnales, alors que les cultures fourragères sont toujours semées à la suite des céréales. Ce décalage entraîne souvent une perte de croissance à l'automne et au début de l'hiver, et donc une moindre production. Il est prévisible que les agriculteurs n'adopteront les pâturages de luzerne que dans la mesure où ceux-ci auront des rendements égaux ou supérieurs aux autres cultures fourragères annuelles. Il importe par conséquent de sélectionner des variétés à haut rendement, adaptées aux zones de fortes précipitations.

D'ordinaire, la culture fourragère est broutée par le bétail, ce qui ne lui permet guère d'améliorer la fertilité du sol au profit de la culture céréalière ultérieure. Il convient néanmoins qu'elle obtienne le statut de culture, ce qui lui évitera d'être pâturée par les autres troupeaux. En cas d'implantation de pâturages de luzerne, il faut prévoir une modification des droits de pâture, afin de permettre aux propriétaires des terres de préserver leur capacité permanente de régénération.

Les difficultés de gestion du pacage sur les pâturages de luzerne cultivés en alternance avec des céréales dans la zone de fortes précipitations augmentent encore si les exploitations sont petites et morcelées et qu'elles appartiennent à des agriculteurs à temps partiel.

4.2 Pâturages de luzerne permanents

La plus grande partie de la zone de fortes précipitations ne convient pas à la culture des céréales, et on y pratique surtout le pacage et la sylviculture. La gestion des pâturages permanents de luzerne ou de légumineuses annuelles servant au pacage pose peu de problèmes en l'absence de concurrence de la part des troupeaux nomades. La régénération continue assure d'ordinaire la préservation d'une banque de semences adéquate. La lutte contre les plantes adventices constitue le principal problème de gestion. Lorsque les conditions s'y prêtent, les pâturages de luzerne peuvent être envahis par les graminées et les adventices latifoliées. Si cet envahissement reste incontrôlé, la qualité du fourrage, qu'il soit vert ou sec, diminue. Dans la zone de fortes précipitations, le pacage constitue le meilleur moyen de lutter contre les mauvaises herbes, quoique l'emploi d'herbicides puisse donner de bons résultats dans certains cas.

4.3 Systèmes de gestion du pacage

Dans la zone de fortes précipitations, les pâturages, lorsqu'il est possible d'en implanter, sont généralement utilisés de deux manières:

- Terres de vaine pâture

Il s'agit de vastes étendues de terres de vaine pâture, susceptibles d'être améliorées par l'implantation de pâturages de luzerne. La principale difficulté consiste à adopter un système de pacage qui préserve la banque de semences et à mettre sur pied une organisation à même d'assurer la fertilisation et l'entretien des pâturages. Ces problèmes ressemblent beaucoup à ceux qui se posent dans la zone des steppes et des coopératives de pâturage peuvent aussi contribuer à les résoudre. L'amélioration des terres de vaine pâture présente en outre moins d'aléas dans la zone de fortes précipitations que dans la zone des steppes, car les risques de sécheresse y sont minimes et la forte augmentation de la production fourragère incite d'ordinaire les propriétaires de troupeaux à adopter ce système mutuellement avantageux.

- Terres débroussaillées

En Libye, en Tunisie et en Algérie, il existe encore, dans la zone de fortes précipitations, des étendues considérables de terres couvertes de broussailles de chênes nains, virtuellement perdues pour la pâture. Les techniques de débroussaillement au moyen de grosses charrues à disques, de scarificateurs à haut rendement et de râteaux débroussailleurs sont bien connues et relativement peu onéreuses. Il est ensuite possible d'ensemencer certaines de ces terres avec de la luzerne ou du trèfle souterrain, selon le pH du sol. Tant que ces terres embroussaillées ne sont pas améliorées et sont considérées comme vaine pâture, leur production fourragère est extrêmement faible. La hausse considérable de la productivité fourragère résultant de l'implantation de pâturages de légumineuses annuelles non seulement ne remet pas en cause les droits de pâture préexistants, mais encore procure suffisamment de fourrage pour qu'il soit possible d'augmenter l'effectif des troupeaux.

On trouve un exemple d'une mise en valeur de ce type à Sejnane, dans le nord de la Tunisie, où la précipitation atteint 750 mm par an. Tout a commencé par le drainage des vallées, qui a rendu possible l'exploitation des terres arables. De petites exploitations, de caractère familial, se sont établies sur ces terres. Les flancs de coteaux, couverts de broussailles de chênes nains, hautes d'environ 1 à 1,5 m, ont été débroussaillés et débarrassés de leurs pierres, puis ensemencés en luzerne et en trèfle souterrain. Les pâturages, d'une superficie de 30 à 50 ha, ont été sommairement clôturés avec des matériaux locaux. Les agriculteurs des exploitations établies dans les vallées ont alors accordé des droits de pâture pour un nombre déterminé d'animaux autorisés à paître sur ces nouveaux pâturages gérés par eux, en percevant une redevance destinée à couvrir les frais de fumure et autres dépenses et en fournissant la main-d'oeuvre requise par les travaux d'entretien. Au stade final du projet, il est prévu de planter des forêts de pins destinés à la vente au sommet des collines.

L'organisation d'un nouveau système de gestion du pacage n'a guère soulevé de difficultés, en raison du caractère particulièrement attractif de la forte augmentation de la productivité. Alors que la pâture des broussailles assurait la survie d'un demi-mouton ou équivalent-mouton par hectare, les pâturages améliorés supportent la charge d'environ huit équivalents-moutons sur cette même superficie.

Certaines difficultés ont surgi sur les pentes les plus raides. On rapporte en effet que, durant une période de pluies exceptionnellement fortes, l'érosion y a fait certains dégâts, probablement attribuables au débroussaillement total du maquis. Il semble donc nécessaire de replanter des arbres ou des buissons afin de protéger les ravins et les pentes abruptes. Il conviendra en outre à l'avenir d'entreprendre le débroussaillement des fortes pentes avec plus de précautions. On a par ailleurs signalé des actes de pacage illégal dans les pâturages, mais cela ne remet pas en cause la viabilité du projet.

5. **Système de pacage dans la zone de steppes**

Dans la zone des steppes, le régime foncier, les droits de pâture et le contrôle du pacage ne sont pas les mêmes que dans la zone des céréales ou dans certaines régions marginales.

- Régime foncier. La terre destinée au pacage appartient généralement à la collectivité, qui l'utilise comme vaine pâture. Le développement des cultures dans cette zone a doté les agriculteurs de certains droits de propriété sur les terres cultivées, sans pourtant que ces droits soient tous officiellement reconnus ou codifiés.

- Droits de pâture. Traditionnellement, la steppe est pâturée par les troupeaux nomades, le bétail migrant des steppes incultes et des pâturages du désert, pâturés en hiver et au printemps, à la zone des céréales, où il pâture le chaume en été et au début de l'automne. Ces dernières années, les dispositifs visant à transformer les nomades des steppes en agriculteurs sédentaires et à les encourager à accroître leurs troupeaux de moutons ont alourdi la charge de bétail supportée par les pâturages de cette zone et entraîné un grave surpâturage pendant la période critique de la fin du printemps. Il existe maintenant un certain antagonisme entre les droits de pâture revendiquée par les agriculteurs sédentaires et les droits traditionnels autorisant les nomades à faire paître leurs troupeaux sur toute terre qui n'est pas cultivée, notamment pendant la période de déplacement saisonnier vers ou en provenance de la zone de pâture des chaumes de céréales.

Des efforts ont été déployés en vue de réorganiser les droits de pâture traditionnels dans la zone des steppes, avec parfois un certain succès. Généralement, l'absence d'avantages immédiats incitant les propriétaires de troupeaux à se plier à la discipline de la gestion du pacage a posé un sérieux problème. Dans la plupart des cas, le bétail n'a pas été autorisé à paître sur les terres faisant l'objet d'une gestion du pacage pendant la mise en train de la régénération naturelle. Dans d'autres cas, le bétail a été interdit de pâture durant la plantation d'arbustes fourragers. De manière générale, l'augmentation de la production fourragère a été lente et le fourrage produit n'a pas suffi à satisfaire la préférence avérée du bétail pour un régime constitué en grande partie d'espèces annuelles. Il n'existe pas à ce jour de système satisfaisant de contrôle du pacage, susceptible d'assurer la préservation des arbustes fourragers ou du fourrage naturellement régénéré. En conséquence, les propriétaires de troupeaux ne sont pas persuadés que ces programmes justifient l'exclusion prolongée de leurs animaux de pâturages familiers.

En certains endroits favorables, le semis de luzerne à doses modérées à fortes et un apport adéquat d'engrais phosphaté peut entraîner une rapide augmentation de la production fourragère et inciter les propriétaires de bétail à se soumettre à la discipline de la gestion. On a longtemps cru que

les précipitations faibles et irrégulières constituaient le principal obstacle à l'augmentation de la production fourragère dans la zone des steppes. Des essais réalisés indiquent toutefois que, malgré cet obstacle, il est possible d'accroître considérablement cette production en augmentant substantiellement les apports de phosphate et d'azote. L'emploi d'engrais phosphaté pendant la phase d'implantation de la luzerne et la capacité de ce végétal de fixer l'azote atmosphérique et de le stocker dans le sol font que les pâturages de luzerne sont particulièrement bien adaptés aux régions steppiques.

5.1 Modèles de gestion du pacage dans la zone des steppes

- J'Ravi - Iraq

Ce projet a été mis en oeuvre dans l'ouest de l'Iraq, et plus précisément dans une zone où les précipitations atteignent 200 mm par an et qui se trouve en bordure des terres servant à la culture marginale. Il couvre une superficie d'environ 7 200 ha, utilisée pour le pacage et quelques cultures céréalières. Alors qu'en théorie ces terres font partie des vastes étendues de vaine pâture de la zone des steppes, elles ne sont en pratique utilisées que par une seule communauté villageoise, établie en leur centre. Ce droit exclusif a été renforcé par le soutien des pouvoirs publics, et les terres constituent maintenant une "sous-vaine pâture" appartenant au village et dont tous les troupeaux voisins sont exclus. A l'intérieur de cette "sous-vaine pâture", les troupeaux du village paissent toujours sur une base communautaire, sans attribution de pâturages particuliers aux différents propriétaires de bétail.

L'ensemencement des terres en luzerne et leur fertilisation à l'aide de phosphate ont entraîné une rapide augmentation de la production fourragère. Le système de pacage traditionnel a subi peu de modifications. Les troupeaux du village, qui comptent environ 20 000 moutons, vont dans le désert en hiver et dans la zone des céréales en été. Ils n'occupent les pâturages du projet que pendant trois mois, au printemps. La rapide augmentation de la production fourragère à la suite de l'ensemencement en luzerne d'une si vaste étendue révèle l'absence de surpâturage. Les moutons sont beaucoup mieux alimentés, les agneaux se développent plus vite et la terre est protégée de l'érosion.

Alors que le projet démontre qu'il est possible de mettre en place la gestion des pâturages avec un minimum de perturbations, on constate qu'il ne s'agit pas encore d'un système autonome. Actuellement, les 20 000 moutons représentent une charge raisonnable pour la "sous-vaine pâture" du village, mais ces animaux appartiennent à des membres particuliers de la communauté villageoise, qui peuvent impunément accroître l'effectif de leurs troupeaux. Si la communauté s'avère incapable d'arrêter cette hausse tendancielle de l'effectif des troupeaux, les nouveaux pâturages supporteront une charge excessive, la production grainière chutera et la luzerne dépérira. Par ailleurs, la communauté villageoise sera sans doute amenée à imposer une taxation par animal pour financer l'achat d'engrais phosphaté et couvrir les autres frais.

Si ces problèmes peuvent être surmontés, et l'incitation est suffisante pour qu'ils le soient, le projet constituera un modèle pour les étendues de steppe où un groupe tribal ou une communauté villageoise s'est attribué un droit exclusif ou presque exclusif sur une partie de la vaine pâture. L'implantation de pâturages de luzerne sur de vastes étendues résout simultanément le problème transitoire de la réduction du nombre des animaux en vue de préserver

les avantages à long terme. Les pâturages de luzerne sont productifs dès la première année et atteignent une pleine production dès la deuxième, ce qui représente un rythme de progression bien supérieur à celui des autres options possibles en matière d'amélioration des pâturages.

- Coopératives pastorales CEPRA - Algérie

Ces coopératives pastorales ont été créées dans la steppe algérienne à la fin des années 60 et au début des années 70. Il s'agissait d'ordinaire de 10 000 ha de terres steppiques, clôturés et attribués à un groupe de familles apparentées. Chaque famille, et la coopérative dans son ensemble, a droit à un nombre limité de moutons, qui paissent sur les terres selon un système de pacage alterné simple. Les animaux sont autorisés à paître une année sur la moitié des terres, et l'année suivante sur l'autre moitié. Les terres sont donc libérées de toute charge de bétail une année sur deux. Le nombre des moutons a lentement augmenté à mesure que la régénération s'améliorait, à un tel point qu'en 1981, on a pu observer un troupeau de 5 000 moutons paissant sur les terres d'un CEPRA. Les clôtures sont maintenant tombées, mais les autres propriétaires de troupeaux respectent les limites des coopératives et ne braconnent pas sur leurs pâturages. Les vieilles clôtures constituent des repères suffisamment efficaces.

Les coopératives n'ont élaboré aucun programme de réensemencement ou de fertilisation des pâturages. Toutefois, la limitation de l'effectif des troupeaux et la pratique d'un pacage alterné simple ont favorisé leur régénération naturelle. La nouvelle vigueur des arbustes naturels, comme les arbustes d'armoise, à l'intérieur des limites de la coopérative, et la dégradation continue de la vaine pâture steppique avoisinante offrent un contraste saisissant. Il ne fait aucun doute que les CEPRA ont réussi à démontrer que, dans la zone des steppes, la gestion du pacage autorise une production animale acceptable du point de vue de l'environnement. Malheureusement, la plupart des groupes nomades ont considéré qu'il fallait attendre trop longtemps pour parvenir à ces résultats, et beaucoup de coopératives ont échoué en raison de l'impatience des propriétaires de troupeaux. Un plus grand nombre d'entre elles auraient peut-être survécu si leur aménagement avait été accompagné d'une amélioration des pâturages.

- Exploitation agricole d'Etat d'Adjulat - Libye

A l'origine, cette étendue d'environ 3 000 hectares devait faire partie des terres cultivées en rotation luzerne/céréale dans le cadre du projet céréalier de la plaine de la Djeffara. Toutefois, il est apparu rapidement que la phase céréalière de la rotation favorisait par trop l'action du vent de sable et l'érosion dans les sols steppiques particulièrement légers et mal arrosés (130 mm d'eau par an) de l'exploitation d'Adjulat. La culture céréalière a cessé et de la luzerne a été semée entre les buissons d'armoise poussant spontanément sur ces terres. L'exploitation dans son ensemble comporte des clôtures d'enceinte et de subdivision, mais les moutons sont gardés par des bergers qui campent avec eux la nuit. L'exploitation est une unité de production efficace, mais la remise en cause des droits de pâture traditionnels n'a pas été pleinement acceptée par les propriétaires de troupeaux, qui continuent à pratiquer illégalement le pacage.

- Exploitations familiales de l'oued Karouba - Libye

La mise en valeur de la région située au sud du Djébel Al Akhdar est fondée sur l'établissement d'exploitations familiales semblables à celles de la zone des céréales autour d'El Marj. Les exploitations sont réparties le

long du lit de l'oued, et chacune d'elles a accès à une petite partie du pâturage de luzerne implanté sur la plaine d'inondation ainsi qu'à une étendue de steppe, plantée avec de l'atriplex et de la luzerne. Les terres sont clôturées et les agriculteurs vivent sur leurs exploitations. Un accord communautaire a été conclu avec les propriétaires de bétail titulaires d'un droit de pâture traditionnel dans la région. Le pacage illégal dans le lit de l'oued est puni par la privation de services vétérinaires jusqu'à ce que la perte de fourrage et le bris de clôtures soient remboursés par le coupable (Chatterton, 1983).

Il est possible de tirer un certain nombre de leçons de ces exemples pratiques:

- Il est possible d'améliorer l'alimentation des ovins nomades grâce à des programmes de bonification des pâturages, qui n'impliquent pas nécessairement de modifications importantes des modes traditionnels de migration.

- Les propriétaires de troupeaux acceptent plus aisément une modification du système de gestion du pacage si le rapide accroissement de la production fourragère leur procure des avantages tangibles.

6. Facteurs physiques limitant l'usage des luzernes

Au Proche-Orient, des luzernes ont été implantées dans des zones climatiques aux conditions plus extrêmes que celles rencontrées en Australie. Actuellement, on les utilise dans des régions aux hivers très rigoureux et dans des régions arides.

Il existe trois barrières climatiques qui limitent l'extension des luzernes et des trèfles souterrains:

- une barrière d'aridité, au-delà de laquelle la période de végétation est trop courte pour que le cycle de production des semences puisse parvenir à son terme;

- une barrière de chaleur, au-delà de laquelle la froideur hivernale insuffisante empêche l'induction de la floraison;

- une barrière de froid, au-delà de laquelle le gel pendant la floraison empêche la formation des graines.

Au Proche-Orient, la barrière d'aridité a été repoussée jusqu'à 130 mm à Adjulat, en Libye, et d'autres écotypes, dont la production n'a pas encore atteint le stade commercial, devraient permettre d'étendre encore davantage l'usage des luzernes dans les régions de faibles précipitations.

La barrière de chaleur, au-delà de laquelle la froideur hivernale est insuffisante, ne s'applique pas à la région.

La barrière du froid a été considérablement repoussée par suite des travaux entrepris en Algérie avec des écotypes locaux, dans le nord de l'Iraq avec de la luzerne hérissée, et en Syrie avec des cultivars sélectionnés de **M. rigidula**. Cette limite englobe maintenant la plupart des zones de culture céréalière de la région.

La nature du sol est un autre facteur physique qui peut limiter l'usage de la luzerne. Les luzernes poussent généralement sur sols alcalins et les trèfles souterrains, sur sols acides. Quelques espèces font toutefois exception, comme **M. polymorpha**, qui peut pousser sur sols acides, ou **Trifolium brachycalcycinum**, qui pousse sur sols légèrement alcalins.

ANNEXE II

VARIETES COMMERCIALES DE LUZERNES ANNUELLES

MEDICAGO TRUNCATULA, LUZERNE "BARREL"

Il s'agit de la première variété de luzerne commercialisée en Australie, où elle est encore largement utilisée. Cette variété fut utilisée à l'origine en Australie méridionale au début des années 30 et homologuée sous l'appellation de cultivar Hannaford en 1938. Par la suite, Hannaford a fait place à Jemalong, un cultivar originaire de la Nouvelle-Galles du Sud. Il existe actuellement sept cultivars homologués de luzerne "barrel" disponibles dans le commerce, tous recueillis en Australie et dans le bassin méditerranéen. Sa distribution naturelle couvre l'Afrique du Nord et du Nord-Ouest, la Jordanie, la Syrie, l'Iraq, le Liban et l'Europe méridionale.

MEDICAGO LITTORALIS, LUZERNE "STRAND"

Cultivar homologué à l'origine en Australie en 1959, après sélection opérée sur du matériel recueilli en Iran. Cette variété a la même distribution naturelle que la luzerne "barrel".

MEDICAGO RUGOSA, LUZERNE "GAMA"

Cette variété, originaire du nord du bassin méditerranéen, a été introduite en Australie. L'homologation du premier cultivar date de 1966. La distribution naturelle est la même que celle de la luzerne "barrel".

MEDICAGO TORNATA, LUZERNE "DISC"

Cette variété a été recueillie à partir de populations naturalisées en Australie et dans le bassin méditerranéen via les Etats-Unis. L'homologation du premier cultivar date de 1969. La distribution naturelle est la même que celle de la luzerne "barrel".

MEDICAGO POLYMORPHA, LUZERNE HERISSEE

Cette variété a été recueillie à partir de populations naturalisées en Australie occidentale et de matériel chilien introduit en Australie. Le premier cultivar a été homologué en 1976. L'aire de distribution naturelle de cette variété est plus vaste que celle de la luzerne "barrel", car la luzerne hérissée est cosmopolite dans l'hémisphère nord.

MEDICAGO SCUTELLATA, LUZERNE "SNAIL"

Il s'agit d'une variété précoce, connue depuis longtemps en Australie sous le nom de "commercial snail". Le premier cultivar, sélectionné à partir de ce matériel d'Australie méridionale, n'a toutefois été homologué qu'en 1979. Cette variété a la même distribution naturelle que la luzerne "barrel" (Cocks, 1980).

Outre ces variétés de luzerne disponibles sur le marché, il en existe d'autres qui semblent très prometteuses, notamment pour ce qui est des zones de steppe dégradée, particulièrement arides. Toutefois, leurs semences ne sont pas encore commercialisées.

MEDICAGO LACINIATA, LUZERNE "CUTLEAF"

Aucun cultivar commercialisé pour l'instant.

MEDICAGO MINIMA, LUZERNE NAINE ("GOLDFIELDS")

Quoiqu'il n'y ait pas de cultivars homologués, cette variété est utilisée conjointement avec la luzerne "cutleaf" dans les expériences de régénération des steppes, réalisées en Australie occidentale (Gintzburger et Skinner, 1985).

Il faut finalement mentionner le très complet "système libyen de banque de données sur les luzernes", qui enregistre les résultats des missions de collecte en Libye, organisée par le Gouvernement libyen en coopération avec le CIRP (FAO) et l'EMASAR (FAO). Cette banque de données contient des informations sur plus de 2 000 écotypes de luzernes annuelles, dont certains recueillis dans des zones ne recevant que 50 mm d'eau par an.

ANNEXE III

GUIDE PRATIQUE D'IDENTIFICATION DES PRINCIPALES LUZERNES ANNUELLES

(Blesing, L. 1985, non publié)

ESPECE	PLANTE	FEUILLES	GOUSSES	SPIRES
M. laciniata (luzerne "cutleaf"	Feuilles et tiges peu velues	Allongées, triangulaires et à bords profondément découpés	Rondes ou en forme d'olive, avec épines droites à bout recourbé	En sens inverse des aiguilles d'une montre, avec épines rayonnantes
M. littoralis (luzerne "strand")	Tiges et feuilles velues	Grandes, ovales	Cylindriques, glabres, avec épines courbes	En sens inverse des aiguilles d'une montre, non jointives
M. minima (luzerne naine)	Forte pubescence de tous les organes	Petites, ovales	Petites, en forme de baril, avec épines à bout recourbé	En sens inverse des aiguilles d'une montre, avec épines rayonnantes
M. murex (luzerne "rough")	Ensemble des organes généralement glabres	Grandes, ovales	Cylindriques, avec ou sans épines courbes	En sens inverse des aiguilles d'une montre, jointives, à bord non nervuré
M. orbicularis (luzerne "button")	Tiges et feuilles peu velues	A bout rond et à bords dentés	Plates et rondes, comme un bouton	En sens inverse des aiguilles d'une montre, distinctement nervurées
M. polymorpha (luzerne hérissée)	Ensemble des organes presque glabres	Triangulaires, larges, à dessus plat	Cylindriques, en forme de disque, avec longues épines à bout recourbé	En sens inverse des aiguilles d'une montre, jointives
M. rigidula (luzerne "tifton")	Pubescence générale des organes	Petites, allongées	Rondes, avec épines courbes à bout recourbé	En sens inverse des aiguilles d'une montre, avec fentes ponctuelles entre les spires à maturité
M. rugosa (luzerne "gama")	Très velue, excepté la face supérieure des feuilles	Grandes, allongées, pointues, à bords dentés	En forme de losange discoïde, sans épines	En sens inverse des aiguilles d'une montre, modérément jointives

M. scutellata (luzerne "snail")	Très velue, excepté la surface des feuilles	Grandes, allongées, à bords dentés	En bol, ovoïdes, sans épines, comme un escargot	En sens inverse des aiguilles d'une montre, modérément jointives, imbriquées
M. tornata (luzerne "disc")	Tiges et feuilles peu velues	Grandes, allongées, pointues	Cylindriques, discoïdes, glabres, sans épines	En sens inverse des aiguilles d'une montre, à pourtour lisse
M. truncatula (luzerne "barrel")	Tiges et feuilles velues	Grandes, ovales	Cylindriques, en forme de baril, spinifères	Dans le sens des aiguilles d'une montre, ou en sens inverse
M. turbinata (luzerne "cogwheel")	Entièrement velue	Grandes, allongées, à bords dentés	Cylindriques, avec ou sans courtes épines	En sens inverse des aiguilles d'une montre, carénées et favéolées

ANNEXE IV

GLOSSAIRE

ZONE DES CEREALES

Terres utilisées pour la production céréalière au Proche-Orient. La plus grande partie de la zone des céréales est incluse dans la zone de 200 à 500 mm de précipitations. Certaines terres se trouvent dans la zone de faibles précipitations. Certaines terres se trouvent dans la zone de faibles précipitations, mais sont marginales en ce qui concerne la production céréalière et servent essentiellement au pacage. La zone des céréales s'étend aussi bien dans la zone des fortes précipitations, mais ces pluies abondantes sont en général associées à un relief montagneux, trop escarpé pour la culture; les terres servent alors au pacage et à la sylviculture.

HIVERS FROIDS

Pour ce qui est de la sélection des cultivars de luzerne, un hiver froid est un hiver pendant lequel les températures descendent au-dessous de $2^{o}C$.

VAINE PATURE

La vaine pâture est essentiellement caractérisée par l'absence de relation entre les pâturages disponibles et le nombre d'animaux. Les troupeaux d'ovins y paissent en broutant le plus de fourrage possible à chacun de leurs passages. Cette méthode de "l'aspirateur" a pour effet une production grainière insuffisante et une faible densité de peuplement.

BATTEUSE A CONE

Les batteuses à cône sont des batteuses simples consistant en un cône de caoutchouc tournant dans un tambour elliptique. Elles conviennent particulièrement au battage de petites quantités de grain ou de gousses et se nettoient très facilement.

LUZERNE "CUTLEAF"

Medicago laciniata. Espèce de luzerne susceptible d'assurer la régénération de la steppe. Aucun cultivar homologué, ni aucune production commerciale de semences.

CULTIVAR

Variété de plante sélectionnée et dotée d'une appellation, résultant d'un travail de sélection ou du choix d'un écotype apparu spontanément et commercialisée dans les exploitations agricoles. Les cultivars de luzerne homologués ont été évalués par la Australian Herbage Plant Registration Authority.

LUZERNE "BARREL"

Medicago truncatula. Espèce de luzerne la plus courante et première espèce à avoir été utilisée en Australie au début des années 30. Le premier cultivar a été homologué en 1938 sous l'appellation "Hannaford". "Barrel" (baril) fait référence à la forme de la gousse.

BGA

"Blue Green Aphid" (puceron bleu-vert).

LUZERNE HERISSEE

Medicago polymorpha. Espèce adaptée à un plus large éventail de pH du sol que les autres luzernes et supportant aussi des hivers froids. La plupart des variétés ont une petite gousse ronde spinifère, mais les deux cultivars Serena et Circle Valley ont des gousses dépourvues d'épines.

LABOUR PROFOND

Labour à une profondeur de 25 à 35 cm avec une charrue à disques ou à versoir. Ce produit de la technologie européenne a été introduit dans la région (principalement en Afrique du Nord) au cours du siècle dernier. Le labour profond enfouit une grande partie de la banque de semences de luzerne à une profondeur telle que ces semences ne sont plus en mesure de germer ni de lever. Cette technique est une des principales causes de l'échec des pâturages de luzerne au Proche-Orient.

LUZERNE "DISC"

Medicago tornata. Caractérisée par ses grosses gousses discoïdes.

DORMANCE

Les graines dormantes sont en état de repos et ne germent pas, même si les conditions du milieu s'y prêtent. La dormance des graines de luzerne est interrompue par les alternances de chaleur et de froid pendant les étés chauds.

LITIERE DE POUSSIERE

Sol superficiel cultivé et sec d'une jachère. Ce sol sec est supposé protéger l'humidité du sol profond de l'évaporation.

ECOTYPE

Groupe de plantes d'une même espèce, adaptées génériquement à une localité ou à un habitat particulier, mais pouvant se croiser librement avec les autres écotypes de l'espèce.

JACHERE

Terre labourée ou cultivée, puis laissée en repos. Dans les régions à pluies hivernales, la jachère commence au début du printemps et dure tout l'été. Les céréales sont semées à l'automne.

EXPLOITATION FAMILIALE

Expression employée en Australie pour désigner une ferme possédée et exploitée par une famille constituée du mari, de son épouse et de leurs enfants. Certaines tâches particulières, comme la tonte des moutons, sont parfois accomplies avec le concours d'une main-d'oeuvre extérieure.

LUZERNE "GAMA"

Medicago rugosa.

LUZERNE NAINE

Medicago minima. Espèce poussant dans les terrains aurifères d'Australie occidentale, susceptible de favoriser la régénération des steppes. Pas de cultivars homologués, ni de production de semences à l'échelle commerciale.

ZONE DE FORTES PRECIPITATIONS

Zone où la précipitation est supérieure à 500 mm. Au Proche-Orient, les terres incluses dans cette zone servent à divers usages: production céréalière, horticulture, viticulture, et surtout pâturage et sylviculture.

INCLUSION DE PRAIRIES TEMPORAIRES DANS LA ROTATION DES CULTURES ("LEY FARMING")

"Ley" est un terme utilisé en Angleterre pour désigner une prairie temporaire. Le "ley farming" signifie l'inclusion de prairies temporaires dans une rotation de cultures céréalières. Certains auteurs assimilent la rotation luzerne/céréale au "ley farming", mais il n'est pas nécessaire de les suivre dans cette voie en raison du risque de confusion entre les deux systèmes. Le "ley farming" communément utilisé en Europe consiste en effet à semer des graminées vivaces et à ménager ainsi une pause dans la rotation des cultures céréalières. Quant au système luzerne/céréale, il diffère du précédent par les aspects suivants:

- La luzerne est une légumineuse annuelle.
- Une fois implantée, la luzerne se régénère sans réensemencement.
- La rotation luzerne/céréale est fondée sur l'interdépendance du pâturage de luzerne et de la culture céréalière.

LUZERNE

Espèce annuelle du genre **Medicago.** Les espèces couramment utilisées en agriculture sont **M. truncatula**, **M. littoralis**, **M. scutellata**, **M. rugosa**, **M. tornata** et **M. polymorpha**. La luzerne se distingue du trèfle (**Trifolium**) par la position de la foliole centrale de ses feuilles trifoliées. Dans le cas de la luzerne, cette foliole est munie d'un pétiole plus long que les deux autres, alors que, dans le cas du trèfle, les trois folioles ont des pétioles courts de même longueur.

TROUPEAUX NOMADES

Troupeaux de moutons, de chèvres et de chameaux appartenant à des nomades - isolés ou regroupés en tribus. Ces troupeaux migrent en été dans la zone des céréales afin d'y pâturer les chaumes et retournent paître dans la steppe et le désert le reste de l'année.

PIQUEUSE

Outil utilisé dans la steppe pour creuser des poquets qui retiennent les graines et l'eau. Ces poquets constituent un environnement propice à la germination des graines, à partir duquel les plantes peuvent croître et coloniser la steppe dégradée. Les poquets ont d'ordinaire 1 m de long, 15 à 20 cm de large et sont profonds de 15 cm. Contrairement au scarifiage ou à la culture, cette technique retient l'eau de pluie dans les poquets. Le ruissellement et l'érosion sont jugulés et seule une petite partie de la végétation indigène est affectée.

POINTE

Soc.

HERBICIDE DE PRELEVEE

Herbicide utilisé avant levée des céréales. Dans la plupart des cas, il est épandu avant semis et est incorporé au sol par culture ou hersage. Ces herbicides permettent de lutter très efficacement contre les mauvaises herbes telles que la folle avoine et le rye-grass annuel.

HERBICIDE DE POSTLEVEE

Herbicide utilisé après levée des jeunes pousses de céréales. Sert d'ordinaire à détruire les mauvaises herbes latifoliées.

REGION

Terme désignant la région à précipitations hivernales de l'Afrique du Nord et du Proche-Orient. Les luzernes sont bien adaptées à cette région, mais leur aire de distribution couvre probablement l'Europe méridionale et la Turquie.

RESIDUS

Terme utilisé pour décrire le fourrage sec qui reste en période de sécheresse estivale saisonnière.

BALAI-BROSSE

Utilisé pour balayer les graviers lors de la construction d'une route. Peut servir à balayer les gousses de luzerne pendant la récolte.

ROTATION

Succession des diverses utilisations des terres d'une année à l'autre. Dans le cas de la rotation luzerne/céréale, une année est consacrée au pâturage de luzerne et l'autre à la culture céréalière.

SAA

"Spotted Alfalfa Aphid" (puceron de la luzerne tachetée).

SCARIFICATEUR

Cultivateur à grosses dents servant à la préparation primaire et secondaire du sol, propre au système de culture à faible profondeur.

SOC

Pointe remplaçable en acier des dents d'un scarificateur ou d'un semoir.

BANQUE DE SEMENCES

Réserves de graines de luzerne enfouies dans le sol. Ces réserves augmentent chaque fois que la luzerne pousse et produit des graines. Sont perdues les graines qui germent durant la phase céréalière et celles qui sont mangées par les moutons. Il importe de gérer la banque de semences, de sorte qu'il reste suffisamment de graines dans le sol pour permettre au pâturage de se régénérer et de former un couvert dense (voir sections 4.3.1, 4.2.1 et 4.3.2).

LIT DE SEMENCE

Couche superficielle cultivée du sol destinée au semis des luzernes ou des céréales. Ce lit doit être nivelé et exempt de grosses mottes.

SEMOIR EN LIGNES

Machine servant à semer et à épandre de l'engrais simultanément (voir section 4.1.1).

LUZERNE "SNAIL"

Medicago scutellata. Ce nom d'escargot fait référence à la forme des gousses.

ZONE DES STEPPES

Zone située entre la zone des céréales et le désert, recevant environ 100 à 200 mm d'eau par an. Depuis plusieurs décennies, la culture des céréales s'est répandue dans les parties les mieux arrosées de la zone des steppes. Cette culture marginale s'est révélée très préjudiciable à l'environnement et ne procurent que des rendements extrêmement faibles. La plupart du temps, les céréales ne sont pas récoltées et servent de fourrage. Les terres qui ne sont pas cultivées sont couvertes de plantes annuelles et de quelques buissons vivaces, d'armoise par exemple. Le surpâturage est si fréquent que la plupart des buissons ont disparu et que les plantes annuelles ne constituent plus qu'un couvert très clairsemé. En certains endroits, l'érosion est intense.

TAUX DE CHARGE

Exprime le nombre réel d'unités bétail paissant sur un pâturage. En Australie, l'unité courante est le Dry Sheep Equivalent (D.S.E.), qui correspond à un mouton sans agneau paissant pendant une année entière. Une brebis et son agneau équivalent à 1,3-1,5 D.S.E., et un bovin à environ 10-12 D.S.E.

LUZERNE "STRAND"

Medicago littoralis.

CHAUME

Partie des céréales restant dans les champs après récolte du grain.

TREFLE SOUTERRAIN

Nom commun des espèces **Trifolium subterraneum, T. yanninicum** et **T. brachycalcycinum.** Sert à l'implantation de pâturages de légumineuses annuelles, tout comme la luzerne. A l'exception de **T. brachycalcycinum** cv. Clare qui pousse sur sols alcalins, tous les autres trèfles souterrains préfèrent les sols acides. Ils produisent en général moins de graines dormantes que les luzernes et se régénèrent par conséquent moins bien à la suite de la culture céréalière.

MOISSONNEUSE A ASPIRATION

Moissonneuse spécialement mise au point pour la récolte des gousses de luzerne et de trèfle souterrain. Cette machine est munie d'une tête aspirante qui ramasse les gousses comme le ferait un aspirateur, et en outre les bat et les nettoie.

SYSTEME

Terme servant à décrire le système d'exploitation dans son ensemble. Alors que la rotation désigne la succession des cultures et des pâturages, le système d'exploitation se réfère à la totalité des activités de gestion accomplies par l'agriculteur. Dans la présente publication, le système d'exploitation inclut la gestion du bétail.

DENT

Terme désignant les bras en acier dont sont munis les scarificateurs, les cultivateurs et les semoirs en lignes. Un soc remplaçable, fixé à leur extrémité, pénètre le sol. Les machines les plus récentes comportent un mécanisme de dégagement à ressorts très résistant, qui permet aux dents d'éviter les obstacles.

PATURAGE SPONTANE

Pâturage n'ayant jamais fait l'objet d'un ensemencement. Cette sorte de pâturage consiste d'ordinaire en quelques graminées et mauvaises herbes ayant survécu à la culture céréalière continue ou à la mise en jachère.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. APDP (1982). Agro-Pastoral Development Project, Erbil, Northern Iraq, Annual Report.

2. Allen, J.M. (1979). "Ley Farming in Libya - North Africa". Wool Technology and Sheep Breeding Vol. XXVII No. IV. University of New South Wales, Sydney, Australia.

3. Allden, W.G. (1980). "Integration of animals into dryland farming systems". Proceedings of International Congress on Dryland Farming, Adelaide, South Australia.

4. Andrew, W.D. (1958). "The influence of climate, soil and management upon the regeneration of Barrel medic (M. tribuloides desr.) in the wheat belt of Australia", Division of Plant Industry, C.S.I.R.O., Canberra, Australia.

5. Anon (1978). Harvest in all seasons in the Jebel Al Akhdar. Executive Authority for the Jebel Al Akhdar, Libya (anglais, français et arabe).

6. Anon (1983). "Ver blanc des céréales", Bulletin phytosanitaire No.8. Avertissements agricoles, Ministère de l'agriculture, Algérie.

7. Bakhtri, M.N. (1980). "Introduction of the medic/wheat rotation in the North African and Near East countries". In Rainfed agriculture in the Near East and North Africa.

8. Bakhtri, M.N. (1983). La rotation céréale-luzerne annuelle en Afrique du Nord et au Proche-Orient. FAO, Rome.

9. Barbetti, M.N. (1983). "Fungal foliage diseases of pasture legume". J. of Agriculture, W.A. Dept. of Agric. No. 1.

10. Ben Ali, M.N. (1985). Implantation et propagation des pâturages en Jordanie et en Tunisie. FAO, Rome.

11. Ben Ali, M.N. (1987). Annual Medicago Seed Production in Tunisia. Communication présentée à la Consultation d'experts au sujet des pâturages de luzernes annuelles en Afrique du Nord et au Proche-Orient, Sidi Thabet, Tunisie.

12. Benzaghou, M. and Adem, L. (1980). "Food grain legumes in Algeria". International Congress on Dryland Farming. Working Papers. Vol. II, Adelaide, Australia.

13. Birks, P.R. (1961). "Lindane/Superphosphate checks white curl grubs in cereals". J. of Ag., May 1961, South Australian Department of Agriculture, Adelaide, Australia.

14. Bouma, D. (1982). "Phosphorus status of subterranean clover - a rapid and simple leaf test". "Proceedings of workshop on pasture legumes". Department of Agriculture, New South Wales, Sydney, Australia.

15. Carter, E.D. (1974). "The potential for increasing cereal and livestock production in Algeria". Rapport destiné au CIMMYT et au Ministère algérien de l'agriculture.

16. Carter, E.D. (1975). "The potential role of integrated cereal-livestock systems from southern Australia in increasing food production in the Near East and North Africa region". Rapport destiné au projet régional FAO/PNUD sur l'amélioration et la production de cultures vivrières de plein champ.

17. Carter, E.D. (1978). "Legumes in farming systems of the Near East and North Africa region". Rapport destiné à l'ICARDA, Alep, Syrie.

18. Chatel, D.L. (1984). "Inoculation and lime pelletting". Farmnote No.29/84 Western Australian Department of Agriculture, Perth, Australia.

19. Chatterton, L. and Marsh, J. (1979). "The South Australian Dryland Farming System" et présentation audio-visuelle, South Australian Department of Agriculture, Adelaide, Australie. (Anglais, français et arabe).

20. Chatterton B. and L. (1979). Report on rainfed cereal and livestock production in West Asia and North Africa (anglais, français et arabe). South Australian Department of Agriculture, Adelaide, Australia.

21. Chatterton, B. et L. (1980). Rapport sur les possibilités d'adaptation du système luzerne/céréale d'Australie méridionale à l'agriculture algérienne. Préparé à l'intention du Ministre algérien de l'agriculture et de la révolution agraire.

22. Chatterton, B. and L. (1981). "Combating desertification in the winter rainfall regions of North Africa and the Middle East". Outlook on Agriculture, Vol. 10 No. 8, Pergamon, U.K.

23. Chatterton, B. and L. (1981). Field notes on visit to Sejnane project. Non publié.

24. Chatterton, B. and L. (1981b). Field notes on visit to Tunisia. Non publié.

25. Chatterton, B. and L. (1983). Field notes on visit to Algeria. Non publié.

26. Chatterton, B. and L. (1984). "Medicago - its role in Romano-Libyan farming and its positive role in modern dryland farming". Libyan Studies. Vol. 15. The Society of Libyan Studies, London.

27. Chatterton, B. and L. (1984b). "Alleviating Land Degradation and Increasing Cereal and Livestock Production in North Africa and the Middle East using Annual Medicago Pasture". Agriculture. Ecosystem and Environment. II Elsevier Science Publishers, B.V. Amsterdam.

28. Chatterton, B. et L. (1985). "Les agriculteurs-vulgarisateurs: Le cas de la Libye". CERES, No. 103, FAO, Rome.

29. Chatterton, B. and L. (1985b). "Grazing Management and Annual Medicago in Pasture Development Programmes for Rangeland Areas". Communication présentée à la Conférence internationale sur la production animale en zone aride, Damas, Syrie.

30. Chatterton, B. and L. Non publié. "Management of the seed bank: The key to the successful development of the medic/cereal rotation in North Africa and the Middle East".

31. Cocks, P.S., Webber, G.D., Mathison, M.J. and Crawford, E.J. (1977). Pasture seeds from South Australia. Department of Agriculture and Fisheries, South Australia (anglais et chinois).

32. Cocks, P.S. (1980). "Origin and ecology of pasture legumes". Proceedings of the International Congress on Dryland Farming. Adelaide, Australia.

33. Cocks, P.S. (1985). "Integration of cereal/livestock production in the farming systems of North Syria". ICARDA, Aleppo, Syria.

34. Cocks, P.S. (1985). Selection of Improved Pasture and Forage Species at ICARDA. Communication présentée à la Consultation d'experts au sujet de la régénération et de l'aménagement des parcours au Proche-Orient. FAO, Rome.

35. Day, J.M. (1985). Fixation biologique de l'azote. Rapport des consultants sur les visites effectuées en Jordanie et au Yémen démocratique. FAO, Rome.

36. DDAJP (1985). Final Report and Recommendations. Development of Dryland Agriculture. Jezira Project. Northern Iraq (March, 1985). Western Australian Overseas Project Authority, Perth, Western Australia.

37. Dillon, J.J. (1976). "The Development of a Medic Ley System of Farming in the Jebel Al Akhdar of the Libyan Arab Republic", Jebel Al Akhdar Development Authority, El Marj, Libya.

38. Donald, C.M. (1964). "The progress of Australian agriculture and the role of pastures in environmental change". Aust. J. Sci., Vol. 27 No. 7.

39. Donald, C.M. (1982). "Innovation of Australian Agriculture" in Agriculture in the Australian Economy, Editor D.B. Williams, 2nd Edition. Sydney University Press, Sydney, Australia.

40. Draz, O. (1977). "Role of range management in the campaign against desertification". Rapport au Bureau régional du PNUD pour l'Asie occidentale.

41. El Fakhry, A.K. and Sultan, A.M. (1980). "Studies on crop rotations and tillage practices on wheat production under rainfed conditions in northern Iraq" in Rainfed agriculture in the Near East and North Africa.

42. El-Gharboui, A., Tazi, M. and El-Yamani, A. (1987). A Country Paper on the Moroccan Experience on Annual Medic Establishment (arabe). Communication présentée à la Consultation d'experts au sujet des pâturages de luzernes annuelles en Afrique du Nord et au Proche-Orient, Sidi Thabet, Tunisie.

43. Ewing, M., Thorn, C. and Revell, C. (1985). "Serena and Circle Valley medics". Farmnote No. 7/85. Western Australian Department of Agriculture, Perth, Australia.

44. Ewing, M. (non daté). "Pasture establishment and species for wheatbelt farms". Proceedings of the Land Management Society of Western Australia. Muresk Agricultural College, Western Australia.

45. FAO (1979). "Découvertes et conclusions"; dans Agriculture non irriguée au Proche-Orient et en Afrique du Nord. FAO, Rome.

46. Francis, C.M. and Poole, M.L. (1973). "Effect of waterlogging on the growth of annual Medicago species", Australian J. of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Vol. 13.

47. Gallagher, R. (1980). "Intensification de l'aridoculture dans le nord de la Syrie"; dans Agriculture non irriguée au Proche-Orient et en Afrique du Nord. FAO, Rome.

48. Gintzburger, G. (1980). "Rangeland Regeneration in Libya". Rapport au Secrétariat de la réforme et du développement agraires. Jamahiriya arabe libyenne populaire et socialiste et FAO, Rome.

49. Gintzburger, G. and Skinner, P. (1985). "Annual medics (Medicago species) and pitting for rangeland regeneration". Rangeland Management Newsletter. No. 65/1.

50. Harvey, D. and Bull, B. (1984). "The adoption of the Australian dryland farming system to the cereal zone of Jordan", matériel audio-visuel, Australian Development Assistance Bureau, Canberra, Australia. (anglais et arabe).

51. Higgs, E.D. (1981). "Estimating Medic Seed Production". Non publié.

52. Hopkins, D. (1979). "Sitona weevil", Fact Sheet No. 22/78, Dept. of Agric. and Fisheries, S.A.

53. Hopkins, D. (1983). "Controlling red-legged earthmite and lucerne flea", Fact Sheet, No. 7/79. Dept. of Agric. S.A.

54. ICARDA (1984). International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas, Annual Report, Aleppo, Syria.

55. ICARDA (1986). Pasture, Forage and Livestock Programme, Annual Report.

56. JDFP (1980-84). Jordan Dryland Farming Project. Annual and Quarterly Reports 1980-84. Australian Development Assistance Bureau, Department of Foreign Affairs, Canberra, Australia.

57. Kadra, N. and Adem, L. (1980). "The integration of livestock and cereal production in Algeria", International Congress on Dryland Farming. Working Papers Vol. II, Adelaide, Australia.

58. Leng, R.A. and Preston, T.R. (1985). "Matching Livestock Systems to Available Feed Resources", ébauche d'une prochaine publication, CIPEA, Addis-Abeba.

59. Lewis, D.C. (1982). "Fertilizers for South East Soils". Developments in pasture production. Editors: Ellis, R.W. and Mowatt, P.J., Australian Institute of Agricultural Science, Naracoorte, South Australia.

60. Loizedes, P. (1979). Rotation des cultures en l'absence d'irrigation sous un climat méditerranéen du point de vue de l'humidité du sol et des apports d'engrais; dans Agriculture non irriguée au Proche-Orient et en Afrique du Nord. FAO, Rome.

61. Mackle et Gollasie (1976). Rapport technique à l'I.D.G.C. (Division du Ministère algérien de l'agriculture) et à la FAO.

62. Marston, D. (1978). J. Soil Conservation Service of N.S.W. 34 194.

63. Meagher, J.W. and Rooney, D.R. (1966). Austr. J. of Experimental Agric. and Animal Husbandry. 6.

64. Norton, R.S. and Britza, D.K. (1983). "Permanent rotation experiment C1" Waite Agricultural Research Institute. Biennal Report 1982-83. Adelaide University, Australia.

65. OYBCA (1935-40). Official Year Book of the Commonwealth of Australia. Commonwealth Bureau of Census and Statistics, Canberra, Australia.

66. Oram, P.A. (1956). Pâturages et cultures fourragères en rotations dans l'agriculture méditerranéenne. FAO, Rome.

67. Orskov, E.R. et al. (1984). "Gaseous or aqueous ammonia treatment of straw and whole cereal crops compared with urea", Rowett Research Institute, Aberdeen, U.K.

68. Prance, T.M. (1979). "Example of a projection based on an economic comparison of the Australian and traditional farming methods, El Marj, Libya". Annexe 1 au rapport de B. et L. Chatterton.

69. Poole, M.L. (1970). "An agronomic evaluation of Medicago tornata cv. tornafield, a new medic cultivar", Australian J. of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. Vol. 10.

70. Poole, M.L. and Gartrell, J.W. (1978). "Undersowing wheat with annual legumes. Effect on wheat yields and seed yields in the south eastern wheat belt of Western Australia", Australian J. of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Vol. 10.

71. Quinlivan, B.J. (1987). Production et récolte des graines de luzerne annuelle en Tunisie et au Maroc. FAO, Rome.

72. Ragless, D.C. (1974). "Seed production the key to profitable medic pastures", Bulletin No. 26.74. South Australian Department of Agriculture, Adelaide, Australia.

73. Rovira, A.D. (1980). "Soil-borne root disease of field crops and pastures associated with dryland farming". Proceedings International Congress on Dryland Farming. Adelaide, South Australia.

74. S.A. Dem. Farm (1974-79). Rapports de l'exploitation agricole modèle du Gouvernement d'Australie méridionale établie à El Marj, Libye.

75. Sandow, J.D. (1984). "Bluegreen aphids in subterranean clovers and medics". Farmnote No. 108/84. W.A. Dept. of Agric.

76. Seedco (1974-79). Reports of the South Australian Seedgrowers Cooperative, préparés pour les responsables du développement du djébel Al Akhdar. Sur le projet des producteurs de semences.

77. Servoz, H.M. (1983). "Cultures fourragères et propositions d'amélioration des parcours pour le G.U. 1.1 (oued Sasu)", UTFN/LIB/011/LIB. FAO, Rome.

78. Stephenson, R.G.A., Pritchard, D.A. and Connel, J.A. (1984). "Evaluation of treatments for fortifying round bales of barley using a spear technique", Animal Production Australia, Vol. 15, Pergamon.

79. Swincer, D. (1979). "Blue Green Aphid", Fact sheet No. 27/78, Dept. of Agric. S.A.

80. Thomas, J.B. (1980). "Mechanization in dryland agriculture", Proceedings of International Congress on Dryland Farming. Adelaide, Australia.

81. Thorn, C.W. and Perry, M.W. (1983). "Regulating pasture composition with herbicides". J. of Agric., No. 1, W.A. Dept. of Agric.

82. Trumble, H.P.C. (1939). "Barrel medic (Medicago tribuloides, desr.) as a pasture legume". Manuscrit original dactylographié, préparé au Waite Agricultural Research Institute et actuellement classé dans les archives d'Hannaford.

83. Walters, L. and Latta, R. (non daté). "Growing medics in the Mallee", Department of Agriculture, Victoria, Australia.

84. Webb, L.G., Gintzburger, G. and D'Antuono, M.F. (1984). "The Libyan Medic Data Bank System: a computerised data base for plant genetic resources using INFO Henco Software". Western Australian Department of Agriculture. Perth, Australia.

85. Webber, G.D., Cocks, P.S. and Jefferies, B.C. (1976). Farming Systems in South Australia. Department of Agriculture and Fisheries, Adelaide, Australia.

86. Webber, G.D., Matz, N. and Williams, G.S. (1977). "Ley farming in South Australia", Department of Agriculture and Fisheries, South Australia, Bulletin 15/77. (anglais et arabe).

87. Webber, G.D. and Boyce, K.G. (non daté). Annual Legume Pastures in Cereal Rotations. SAGRIC International.

88. Williams, M. (1974). The making of the South Australian Landscape, Academic Press, London and New York.

CAHIERS TECHNIQUES DE LA FAO

ÉTUDES FAO: PRODUCTION VÉGÉTALE ET PROTECTION DES PLANTES

1. Horticulture: a select bibliography, 1976 (A*)
2. Cotton specialists and research institutions in selected countries, 1976 (A*)
3. Légumineuses alimentaires: répartition, adaptabilité, biologie du rendement, 1980 (A* E* F*)
4. La culture du soja sous les tropiques, 1978 (A* C* E* F*)

4 Rev. 1 - Soybean production in the tropics, First revision 1981 (A*)

5. Les systèmes pastoraux sahéliens, 1977 (F*)
6. Résistance aux pesticides et évaluation des pertes de récolte — 1, 1977 (A* E* F*)
   Résistance aux pesticides et évaluation des pertes de récolte — 2, 1979 (A* E* F*)
   Résistance aux pesticides et évaluation des pertes de récolte — 3, 1981 (A* E* F*)
7. Rodent pest biology and control — Bibliography 1970-74, 1977 (A*)
8. Tropical pasture seed production, 1978 (A* E*** F***)
9. Improvement and production of food legume crops, 1977 (A*)
10. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1977 — Rapport, 1978 (A* E* F*)

10 Sup. Pesticide residues in food 1977 — Evaluations, 1978 (A*)

11. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1965-78 — Index et résumé, 1979 (A* E* F*)
12. Calendriers culturaux, 1978 (A/E/F*)
13. L'utilisation des normes FAO pour les produits phytopharmaceutiques, 1979 (A* F*)
14. Lutte intégrée contre les ennemis du riz, 1979 (A* Ar* C* E* F*)
15. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1978 — Rapport, 1979 (A* E* F*)

15 Sup. Pesticide residues in food — Evaluations, 1979 (A*)

16. Rodenticides: analyses, normes, préparations utilisées en santé publique et en agriculture, 1985 (A* F*)
17. Surveillance agrométéorologique pour la prévision des récoltes, 1979 (A* C* E* F*)
18. Guidelines for integrated control of maize pests, 1980 (A*)
19. Introduction à la lutte intégrée contre les ennemis du sorgho, 1980 (A* E* F*)
20. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1979 — Rapport, 1980 (A* E* F*)

20 Sup. Pesticide residues in food 1979 — Evaluations, 1980 (A*)

21. Méthodes recommandées pour la mesure de la résistance des ravageurs aux pesticides, 1981 (A* F*)
22. China: multiple cropping and related crop production technology, 1980 (A*)
23. China: development of olive production, 1980 (A*)

24/1. Amélioration et production du maïs, du sorgho et du millet, Vol. 1, 1980 (A* F*)
24/2. Amélioration et production du maïs, du sorgho et du mil — Vol. 2, 1987 (A* F*)

25. *Prosopis tamarugo:* arbuste fourrager pour zones arides, 1981 (A* E* F*)
26. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1980 — Rapport, 1981 (A* E* F*)

26 Sup. Pesticide residues in food 1980 — Evaluations, 1981 (A*)

27. Small-scale cash crop farming in South Asia, 1981 (A*)
28. Deuxième consultation d'experts sur les critères écotoxicologiques applicables à l'homologation des pesticides, 1982 (A* E* F*)
29. Sesame: status and improvement, 1981 (A*)
30. Palm tissue culture, 1981 (A*)
31. Eco-climatic classification of inter-tropical Africa, 1981 (A*)
32. Weeds in tropical crops: selected abstracts, 1981 (A*)

32 Sup. Weeds in tropical crops: review of abstracts, 1982 (A*)

33. Plant collecting and herbarium development, 1981 (A*)
34. Improvement of nutritional quality of food crops, 1981 (A*)
35. Date production and protection, 1982 (A*)
36. El cultivo y la utilización del tarwi *(Lupinus mutabilis* Sweet), 1982 (E*)
37. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1981 — Rapport, 1982 (A* F*)
38. Winged bean production in the tropics, 1982 (A*)
39. Semences, 1982 (A/E/F*)
40. Lutte contre les rongeurs en milieu agricole, 1985 (A* Ar* F*)
41. Rice development and rainfed rice production, 1982 (A*)
42. Pesticide residues in food 1981 — Evaluations, 1982 (A*)
43. Manuel sur la culture des champignons, 1986 (A* F*)
44. Lutte raisonnée contre les mauvaises herbes: méthodes améliorées, 1986 (A* E* F*)
45. Pocket computers in agrometeorology, 1983 (A*)
46. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1982 — Rapport, 1983 (A* E* F*)
47. Le sagoutier, 1985 (A* F*)
48. Directives pour la lutte intégrée contre les ennemis du cotonnier, 1986 (A* F*)
49. Pesticide residues in food 1982 — Evaluations, 1983 (A*)
50. International plant quarantine treatment manual, 1983 (A*)
51. Handbook on jute, 1983 (A*)
52. The palmyrah palm: potential and perspectives, 1983 (A*)
53. Selected medicinal plants, Vol. I, 1984 (A*)
54. Manual of fumigation for insect control, 1984 (A*)
55. Breeding for durable disease and pest resistance, 1984 (A*)
56. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1983 — Rapport, 1984 (A* F*)

57. Coconut, tree of life, 1984 (A*)
58. Directives économiques pour la lutte contre les ennemis des cultures, 1985 (A* F*)
59. Micropropagation of selected rootcrops, palms, citrus and ornamentals, 1984 (A*)
60. Equipement pour la réception et la conservation de tissus végétaux destinés à la multiplication in vitro, 1985 (A* E* F*)
61. Pesticide residues in food 1983 — Evaluations, 1985 (A*)
62. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1984 — Rapport, 1985 (A* E* F*)
63. Manual of pest control for food security reserve grain stocks, 1985 (A*)
64. Contribution à l'écologie des aphides africains, 1985 (F*)
65. Amélioration de la culture irriguée du riz des petits fermiers, 1985 (F*)
66. Sesame safflower: status and potentials, 1985 (A*)
67. Pesticide residues in food 1984 — Evaluations, 1985 (A*)
68. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1985 — Rapport, 1986 (A* F*)
69. Breeding for horizontal resistance to wheat diseases, 1986 (A*)
70. Breeding for durable resistance in perennial crops, 1986 (A*)
71. Technical guideline on seed potato micropropagation and multiplication, 1986 (A*)
72/1. Pesticide residues in food 1985 — Evaluations — Part. I: Residues, 1986 (A*)
72/2. Pesticide residues in food 1985 — Evaluations — Part. II: Toxicology, 1986 (A*)
73. Suivi agrométéorologique des cultures et prévision des rendements, 1987 (A* E* F*)
74. Ecology and control of perennial weeds in Latin America, 1986 (A*)
75. Guía técnica para ensayos de variedades en campo, 1986
76. Guidelines for seed exchange and plant introduction in tropical crops, 1986 (A*)
77. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1986 — Rapport, 1987 (A* F*)
78. Pesticide residues in food 1986 — Evaluations — Part I: Residues, 1986 (A*)
78/2. Pesticide residues in food 1986 — Evaluations — Part II: Toxicology, 1987 (A*)
79. Tissue culture of selected tropical fruit plants, 1987 (A*)
80. Improved weed management in the Near East, 1987 (A*)
81. Weed science and weed control in Southeast Asia, 1987 (A*)
82. Hybrid seed production of selected cereal, oil and vegetable crops, 1987 (A*)
83. El litchi y su cultivo, 1987 (E*)
84. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1987 — Rapport, 1988 (A* E* F*)
85. Manuel d'élaboration et d'utilisation des normes FAO pour les produits phytopharmaceutiques, 1988 (A* E* F*)
86/1. Pesticide residues in food 1987 — Evaluations — Part I: Residues, 1988 (A*)
86/2. Pesticide residues in food 1987 — Evaluations — Part II: Toxicology, 1988 (A*)
87. Root and tuber crops, plantains and bananas in developing countries — challenges and opportunities, 1988 (A*)
88. *Jessenia* and *Oenocarpus*: neotropical and oil palms worthy of domestication, 1988 (A*)
89. Production de légumes dans les conditions arides et semi-arides d'Afrique tropicale, 1988 (A* F*)
90. Cultures protégées en climat méditerranéen, 1988 (F*)
91. Pastures and cattle under coconuts, 1988 (A*)
92. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1988 — Rapport, 1988 (A* F*)
93/1. Pesticide residues in food 1988 — Evaluations — Part I: Residues, 1988 (A*)
93/2. Pesticide residues in food 1988 — Evaluations — Part II: Toxicology, 1989 (A*)
94. Utilization of genetic resources: suitable approaches, agronomical evaluation and use, 1988 (A*)
95. Rodent pests and their control in the Near East, 1989 (A*)
96. STRIGA — Improved management in Africa, 1989 (A*)
97/1. Fodders for the Near East: Alfalfa, 1989 (A*)
97/2. Fourrages pour le Proche-Orient: les pâturages de luzerne annuelle, 1990 (A* F*)
98. An annotated bibliography on rodent research in Latin America, 1960-1985, 1989 (A*)
99. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires 1989 - Rapport, 1990 (A* F*)
100. Pesticide residues in food 1989 — Evaluations — Part I: Residues, 1990 (A*)

Disponibilité: mars 1990

A	—	Anglais	* Disponible
Ar	—	Arabe	** Epuisé
E	—	Espagnol	*** En préparation
F	—	Français	

On peut se procurer les Cahiers techniques de la FAO auprès des points de vente des publications de la FAO, ou en s'adressant directement à la Section distribution et ventes, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

M-11/T0065F/1/3.90/600
ISBN 92-5-202760-2